

**ELECTUS '92**  
OBSAH

Je těžké být prorokem	1
WARC 1992	2
<b>Jednoduchá zapojení</b>	
I. Náměty z rubriky R15	3
(Tranzistorový budík)	
II. Jednoduchá zapojení pro úplné začátečníky	4
(Zvuková indikace jasu, Signální minigenerátor, Zesilovač)	
III. Pro hry i praxi	5
(Přístroj pro akupunktuру, Regulátor napětí, Jednoduchý VOX, Bezpečnostní, zpětné světlo, Senzorové tláčítka, Časový spínač, Elektronický dispečer, Níلفpredzisilovač, Tremolo s LED)	
IV. Letní činnost	13
(Generátor pro modeláře, Mirumilovná myši past, Elektronická sirena, Všeobecné poplachové zařízení, Kapacitní sonda)	
V. A co víc:	19
(Integrovaný přijímač SV)	
Otačející se výstražné světlo	20
Stavebnice radioamatérských zařízení ve světě	21
<b>Měřicí technika</b>	
Vf generátor 10 kHz až 200 MHz	22
<b>Technika radioamatérského sportu</b>	
Minitransceiver 145 MHz TRP-4	42
Gigantická anténa Yagi pro 14 MHz	52
Centrum zpráv Afriky	52
<b>Historie</b>	
Marconi	53
Z historie rozhlasové techniky	54

**ELECTUS '92**  
Příloha časopisu  
Amatérské radio

Vydal MAGNET-PRESS Praha, redakce Amatérské radio. Adresa redakce: Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51 - 7. Šéfredaktor L. Kajousek, OK1FAC, Redaktori: Ing. P. Engel, Ing. J. Klábal, OK1UKA, I. 353, Ing. J. Kellner, P. Pavliš, OK1PFM, I. 348. Sekretářka redakce T. Trnková, I. 355. Výtisklo Naše vojsko, závod 08, Vlastina 889/23, Praha 6.

Za původnost a správnost příspěvku ručí autor.

© Vydatelství MAGNET-PRESS s. p., Praha.

ISSN: 0862-9943

Cena: 15 Kčs

# Je těžké být prorokem

Ing. Viktor Křížek, OK1XW

Platnost tohoto rčení jsem si jasné uvědomyl při čtení zpráv o úspěchu kosmonautiky v souvislosti s velkolepou cestou meziplanetární sondy Voyager 2 a při vzpomínce na článek, který jsem objevil ve Štěpánkově časopise Radioamatér z roku 1923. Bude snad proto zajímavé i pro naše čtenáře zopakovat hlavní body těchto zpráv.

## „Velká cesta“

Počátkem sedmdesátých let se u amerických astronomů zrodila myšlenka využít mimořádného uspořádání vnějších planet Jupitera, Saturnu, Uranu a Neptunu k vyslání meziplanetární sondy, která by využila mimořádnou konstelaci planet, která se opakuje jednou za 179 let. Všechny tyto planety jsou v takovém případě na jedné straně od Slunce a je proto možné dostat se do jejich blízkosti bez velkých energetických nároků a ke změně letového kursu a dalšímu urychlení sondy se využije gravitační síla navštívených planet. Plán připravený NASA dostal název Velká cesta a původně byl schválen ve skromnější verzi jen pro let dvěma sondami ke dvěma planetám Jupiter a Saturn. Sondy nazvané Voyager 1 a Voyager 2 odstartovaly krátce po sobě v létě 1977. Sondy

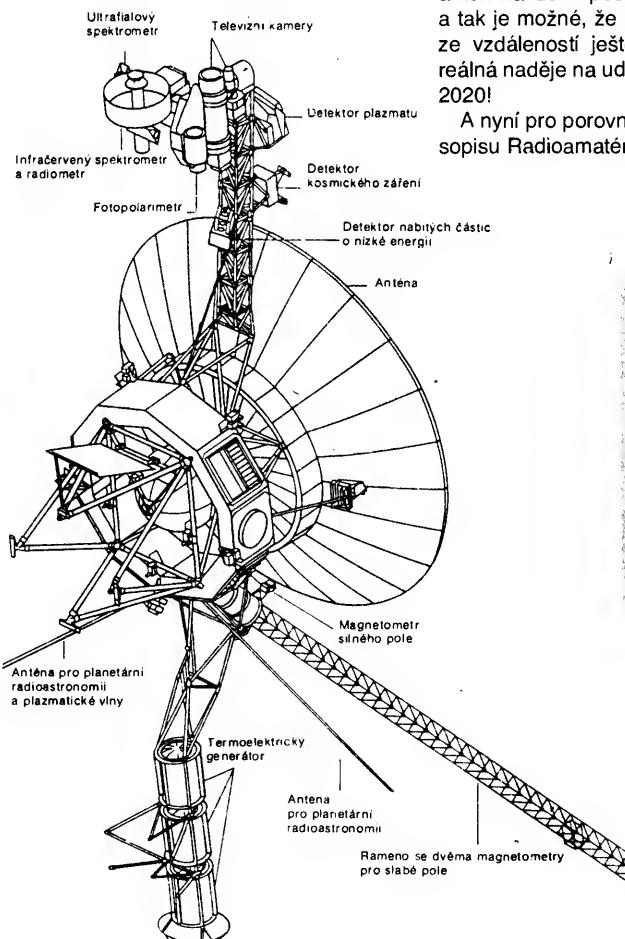
byly velmi úspěšně navigovány a po průletu první sondy Voyager 1 kolem Saturnu i jeho měsíce Titanu bylo možné Voyager 2 po průletu kolem Saturnu nasměrovat k Neptunu a jeho měsíci Tritonu.

Dne 24. srpna 1989 prolétla sonda Voyager 2 v blízkosti planety Neptun s maximálním přiblížením na 4870 km a dál v blízkosti jeho měsíce Tritonu. Sonda při tom pořídila řadu televizních záběrů a nashromázdila značné množství dalších údajů. Všechny údaje byly prostřednictvím vysílačů sondy předány do kalifornského řídícího centra. Zde je třeba připomenout, že údaje byly na Zemi vyslány ze vzdálenosti třicetinásobku naší vzdálenosti od Slunce, z prakticky nejvzdálenějšího místa v sluneční soustavě, ze čtyř a jedné třetiny miliardy kilometrů, kdy rádiový signál na svou cestu k Zemi potřebuje čas delší než 4 hodiny!

Sonda je vybavena nukleárním generátorem proudu s původním výkonem 480 W. Po dvanácti letech činnosti jeho výkon poklesl asi na 400 W. Tímto generátorem jsou kromě vysílačů napájeny i další agregáty sondy včetně palubního počítače a televizních kamér.

Nyní je sonda Voyager 2 již třetí rok na cestě vně sluneční soustavy. Dosavadní výkon nukleárního generátoru i zásoby hydrazinu pro stabilizační motorky a nasměrování antén na Zemi postačí ještě na mnoho let a tak je možné, že budou přijímány signály ze vzdáleností ještě mnohem větších. Je reálná naděje na udržení spojení až do roku 2020!

A nyní pro porovnání slibený článek z časopisu Radioamatér z r. 1923:



Sonda Voyager. Má hmotnost 825 kg a v jejích elektronických zařízeních je obsaženo na pět milionů elektronických součástek. Energií získává ze tří termoelektrických plutoniových článků (obr. převzat z časopisu 100+1 ZZ č. 24/89)

## „O nemožnosti spojení s Martem“

G. Marconi podniknul na podzim loňského roku druhou plavbu na své plovoucí laboratoři, yachté „Elektře“. Výprava měla za úkol konat pokusy v zaoceánské telefonii a v rychlotelegrafii, hlavním však účelem bylo pokud možno přesné prostudování tajemných signálů radiotelegrafických, přisuzovaných stanicím na Martu. Roku 1924 ocitne se Mars v nejbližší vzdálenosti od Země, tj. asi 56 milionů kilometrů.

Není sice pravdou, jak tvrdily mnohé listy, z nichž na prvním místě Daily Mail, že se Marconi sám domníval, že ony tajemné signály pocházejí od obyvatel Martu, nýbrž jen nevylučoval, že na Martu neb na jiné planetě vznikají jevy elektromagnetické, působící poruchy na pozemských stanicích.

Je možné přijímat radiotelegrafické signály s Martu aneb s jiných planet anebo je posílat se Země na tyto planety? Jinými slovy: Je možné uskutečnit meziplanetární radiotelegrafické spojení? Věda a technika na tuto otázkou odpovídá souhlasně, že to možné není.

Probeďme si krátce této problém s technického stanoviska. Vzdálenost Martu od Země mění se během slunečního roku od 56 milionů kilometrů do 320 milionů. Předpokládáme-li, že obyvatel Martu mají stejně citlivé radiotelegrafické přijímací stanice jako my, můžeme si vypočítat, jaké energie by bylo třeba k překlenutí zmíněné vzdálenosti. Prostý výpočet přesvědčí každého o nemožnosti ba pošetilosti záměru uskutečnit takové meziplanetární spojení pomocí radiotelegrafie.

Nejmocnější do nedávna radiotelegrafická stanice na světě, Nauen, může vysílat zprávy na největší možnou vzdálenost na Zemi (to jest až k protinožcům) 20 000 km, pracuje-li s energií 400 kW v anteně. Ale toto spojení je možné jen tehdy, jsou-li přístroje uzemněny a je-li elektrická vlna, tak řečeno, vásána na povrch zemský. Bezdrátová telegrafie – ač je telegrafii v eteru, je současně také telegrafii zemí. Kdyby vysílací přístroje nauenské nebyly uzemněny, tu místo působnosti na 20 000 km bylo by možno vysílat zprávy jen na necelých 100 km! Nemajíce zemního spojení s dotyčnou planetou, měli bychom spojení čistě jen eternem bez zpětného vedení, čímž by se ohromně zmenší dosah její působnosti.

Měla-li by se pozemská stanice – předpokládejme třebas Nauen – spojiti s Martem, když je vzdálen jen 56 milionů kilometrů (uvažujme, že se působnost vysílací stanice zmenšuje se čtvercem vzdálenosti) – bylo by třeba, aby místo se 400 kW v anteně vysíala energii 125 trilionů 440 miliard kW, rovnajícími se 170 trilionům 598 miliardám HP. Předpokládejme pro zajímavost, že energii 1 kWh bylo by možno vyrobiti asi z 1 kg, tu k vyvinutí zmíněného fantastického množství elektrické energie po dobu jedné hodiny bylo by spotřebováno stejně množství kilogramů uhlí. Bylo by tedy k vysílání radiotelegrafické depeše, čítající 60 slov, na Mars – doba vysílání 1 minuta! – spotřebováno asi 2 miliardy a 91 milion tun uhlí. Ve dvou minutách by vysílací stanice sama shltnula tolik uhlí, co se jej za celý rok spotřebuje na celé Zemi. A to předpokládáme, že by se vysílání dělo v oné krátké periodě, v níž je Mars nejbližše zemi. Což teprve, kdyby se nalézal ve vzdálenosti 320 milionů km! Pak by bylo nutné vhánět do anteny 4 kvadriliony, 96 trilionů kW!!

Tolik zkrácený článek z časopisu Radioamatér ze září 1923, podepsaný pseudonymem „Elektron“. Inu, je skutečně těžké být prorokem!

## „World Administrative Radio Conference“ 1992

Světová konference – WARC 92 ukončila svou práci podpisem závěrečného dokumentu ve španělském městě Torremolinos 3. 3. 1992. Na konferenci se zúčastnilo více jak 1400 delegátů ze 127 zemí z celkového počtu 166 členů ITU. Konferenci řídil člen španělského parlamentu José Barrionuevo Peña.



Krátkovlnnému rozhlasovému vysílání bylo proti stávajícímu kmitočtovému rozdělení přiděleno 200 kHz navíc v pásmech pod 10 MHz a 590 kHz mezi 11 a 19 MHz. I když se zprvu počítalo, že různé služby opustí krátkovlnná pásmá, opak byl nakonec pravidou – řada služeb (zdravotní, bezpečnostní, zemědělská) požadovaly nejméně stávající, nebo i zvětšený přiděl. Pásma byla rozšířena pro celosvětové použití, s výhledem přechodu na jednopásmový (single side band) provoz uvažovaný i pro rozhlasovou službu v roce 2007. Doporučení je takové, aby provoz SSB byl na KV pásmech obecně zaveden do konce 2015 a provoz se dvěma postranními pásmi úplně zastaven.

Pro mobilní a mobilní satelitní služby byla přijata řada doporučení. Na primární bázi jsou např. přiděleny kmitočty v oblasti 137

MHz, 148–149,9 MHz a 400 MHz. V pásmech nad 1 GHz získala celosvětově nový přiděl v pásmu 1525–1530 MHz námořní mobilní satelitní služba, pro „uplink“ provoz mobilní satelitní služby bylo vyděleno pásmo 1610–1626,5 MHz současně s pásmem pro „downlink“ 2483,5–2520 MHz.

BSS – Broadcasting Satellite service, tedy rozhlasové vysílání ze satelitů (je myšleno pro individuální příjem cenově dostupným zařízením s jednoduchými anténami) – bylo pro ně vyhrazeno 25 MHz v okolí 1480 MHz; pro některé země pak v oblasti 2350 ev. 2600 MHz. Pro naši oblast je dále uvažováno s využitím pásmá 11,7–12,5 GHz.

Pro širokopásmovou televizi s vysokým rozlišením (HDTV) je přiděleno našemu regionu pásmo 21,4–22 GHz od 1. 4. 2007. Do tohoto data je možné pokusně využívat kmitočty spolu s jinými službami. Byly také vzaty v úvahu připomínky ze strany zemí s vysokou úrovní srážek, kde je již útlum na těchto kmitočtech při průchodu signálu dešťovou clonou při dnešní technologii vážnou překážkou využití.

Komunikačním pásmům vztahujícím se k satelitnímu provozu včetně vědeckých účelů byla věnována velká pozornost a přiděl kmitočtů pro tyto účely sahá od 2,025 GHz až do oblasti 158 GHz. Radioamatéři přišli se svými požadavky zkrátka – i když se zprvu předpokládalo alespoň rozšíření pásm 7 MHz, na kmitočtovém přidělu dosud běžně užívaných pásem se nic nezměnilo.

Zájemci o podrobnější a přesnou informaci si mohou dopsat o „Press release“ ITU/92-2, informační bulletin vydávaný v angličtině, francouzštině a španělštině, nebo si vy-

žadat zaslání telefonicky na čísle 00-41-22-7305969. Konečně řada podrobných rozborů se jistě objeví i v odborném tisku jednotlivých služeb využívajících přenos signálů rádiem.

OK2QX

### Pozvánka do kursů elektrotechniky, radiotechniky a amatérského vysílání

Od září 1992 začínají pravidelné kurzy praktické elektrotechniky, radiotechniky a amatérského vysílání pro děti a mládež v Domě dětí „Budánka“ v Praze 5 – Košířích. Cena jednoho kurzu za rok je 100 až 150 Kčs (peníze slouží k nákupu součástek pro výrobu jednoduchých přístrojů, které pak zůstávají ve vlastnictví dětí).

Pravidelné schůzky kroužku elektrotechniků budou každou středu od 15 do 17 hodin, kroužku radiotechniky a amatérského vysílání pravidelně v úterý.

Zájemci se mohou přihlásit přísemně na adresu:

Dům dětí a mládeže „Budánka“

Nad Budánkami II/17

150 00 Praha 5

nebo telefonicky na pražském čísle 52 02 70 (oddělení techniky, Mgr. A. Krejčík).

# JEDNODUCHÁ ZAPOJENÍ

**Zdeněk Hradiský**

## I. Náměty z rubriky R 15

Už dvacátý rok nacházejí nejmladší čtenáři AR svoji rubriku R 15 v časopise Amatérské rádio. Od září roku 1973, kdy se tato rubrika objevila v Amatérském radio poprvé, nalezli v ní množství konstrukcí, reportáží, námětů pro činnost i soutěží.

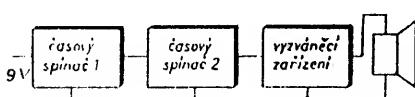
Chceme vám připomenout některé konstrukce, které se za těch dvacet let staly podnětem k činnosti mnoha mladých elektroniků. Vždyť na ty první návody si již tehdy patnáctiletí čtenář téměř nepamatuje – a pro nynější patnáctileté budou úplnou novinkou. Vybrané konstrukce jsme poněkud upravili pro novější typy součástek, případně odstranili nalezené chyby ...

Ale dost úvodních slov. Chtěli jsme začít tím vůbec prvním návodem z rubriky R 15. Jenže to byl tranzistorový přerušovač, který jsme již v několika modifikacích zveřejnili několikrát.

Začneme proto druhým návodem – tranzistorovým budíkem člena našeho radioklubu Martina Vacha. Obrazec desky s plošnými spoji byl tehdy sice trochu jiný (na dnešní dobu řekneme méně promyšlený), ale samotný návod neztratil nic na zajímavosti.

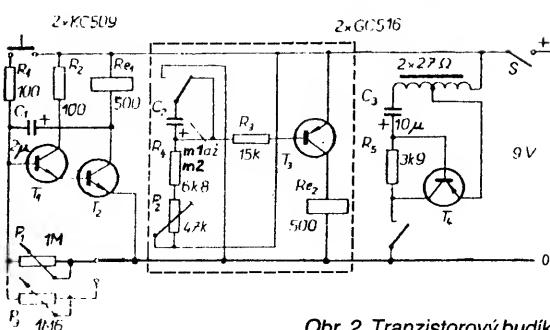
## Tranzistorový budík

Blokové schéma celého přístroje je na obr. 1. Základem je spolehlivé časovací zařízení,



Obr. 1. Blokové schéma

Millerův integrátor s kapacitní vazbou mezi bází prvního a kolektorem druhého tranzistoru (obr. 2 – první část schématu). Kladný impuls, vytvořený na bázi T1 tlačítkem, se přivádí na bázi T2; po skončení impulsu je napětí na kolektoru blízké napájecímu napětí, neboť báze je záporná a kolektorový proud neteče. Napětí báze je díky rezistoru R2 blízké kolektorovému napětí, proud báze

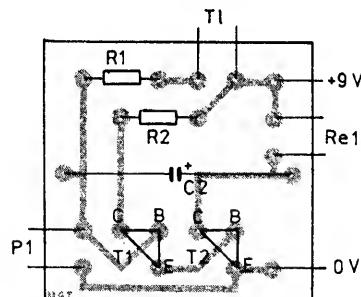


Obr. 2. Tranzistorový budík

výbije kondenzátor C1 a napětí na kolektoru se začne zmenšovat. Tento děj je zpomalen, protože zmenšující se kolektorové napětí způsobuje přes kondenzátor C1 i zmenšení napětí na bázi a tím i kolektorového proudu. Zmenší-li se kolektorové napětí na velmi malou velikost, tranzistor T2 se uzavře a kontakty relé Re1 se rozpojí. Stromosť zmenšování napětí je rovnoměrná.

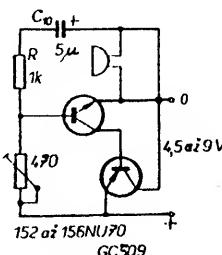
Millerův integrátor můžete zhotovit dvourozsažový (na obr. 2 označeno přerušovanou kresbou), první rozsah bude umožňovat volbu kratších časů a jemnější seřízení, druhý rozsah delší časy a hrubší nastavení. Maximální i minimální čas sepnutí je obecně několik hodin až několik minut, závisí na kvalitě a toleranci součástek a především na zesiňovacím činiteli použitých tranzistorů. U prototypu, v němž byly rezistory s tolerancí 10 i 20 %, zesiňovací činitel tranzistorů asi 350 a potenciometr  $P1 = 1,6 \text{ M}\Omega$ , je minimální spínací doba 80 minut a maximální 12 hodin.

Součástky spínače jsou umístěny na desce s plošnými spoji (obr. 3), mechanické uspořádání dalších součástí (relé, tlačítko, reproduktor) si každý zvolí podle použité skřínky a vlastního nápadu.



Obr. 3. Deska s plošnými spoji budíku

Další důležitou částí budíku je vyzváněcí zařízení. Tím může být např. multivibrátor s reproduktorem nebo jednoduchý bzučák, vestavěný v telefonním sluchátku. Přerušovač (na obr. 2 ohrazeném přerušovanou čárou) je spináč, který určuje, jak dlouho má budík po sepnutí zvonit. Můžete jej nahradit jednoduším zapojením z obr. 4. Funkce



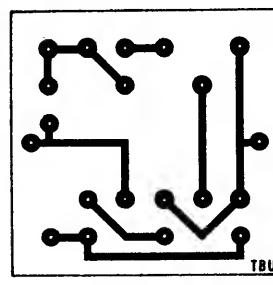
Obr. 4. Přerušovací tónu hzučáku

přerušovače je jednoduchá: kondenzátor C2 se začne po připojení ke zdroji nabíjet, tím se posouvá pracovní bod tranzistoru a zvětšuje se jeho kolektorový proud tak dlouho, až jeho velikost postačí k sepnutí relé Re2.

Důležitý je výběr součástek. Tranzistory T1 a T2 by měly mít co největší zesilení; to je velmi důležité pro využití Millerova jevu v integrátoru, neboť je třeba dosáhnout co největší vstupní kapacity tranzistoru. Relé by mělo spínat již při napětí 2 až 3 V a rozpínat při 0,5 až 1 V (odpor vinutí asi  $300\ \Omega$ ). Dobře se hodí miniaturní polarizovaná relé nebo malá modelářská relé, v nouzi i relé LUN – musí však mít jeden přepínací nebo rozpicací kontakt. Nehodí se telefonní plochá nebo křížová relé.

Rezistory by měly mít malou toleranci. U buzčáku můžete použít jakýkoli tranzistor, při použití tranzistoru n-p-n obraťte polaritu jeho zdroje.

Potenciometr P1 opatřte knoflíkem ve tvaru šipky a na povrchu krabičky označte spínací doby, které odpovídají natočení šipky.



## Seznam součástek

R1	rezistor 100 $\Omega$
R2	rezistor 100 $\Omega$
R3	rezistor 15 k $\Omega$
R4	rezistor 6,8 k $\Omega$
R5	rezistor 3,9 k $\Omega$
P1	potenciometr 1 M $\Omega$ (příp. 1,6 M $\Omega$ pro další rozsah)
P2	odporový trimr 4,7 k $\Omega$
Re1, Re2	relé (viz text)

C1	elektrolytický kondenzátor 2 mF/10 V
C2	elektrolytický kondenzátor 100 až 200 $\mu$ F/10 V
C3	elektrolytický kondenzátor 10 $\mu$ F/15 V
C10	elektrolytický kondenzátor 5 $\mu$ F/15 V
T1, T2	tranzistor n-p-n
T3, T4	tranzistor p-n-p (T4 příp. n-p-n) sluchátková vložka 2 x 27 $\Omega$

## II. Jednoduchá zapojení pro úplné začátečníky

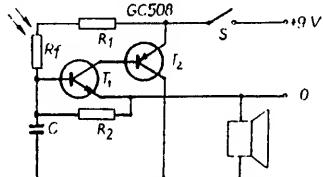
Jednoduché konstrukce najdete i v jiných kapitolách tohoto textu. Snahou autorů rubriky R 15 bylo totiž vždy to, aby zveřejněné námy umožňovaly zájemcům postavit i bez většího přístrojového vybavení zařízení, které by při pečlivé práci fungovalo bez složitého oživování. Proto byly všechny návrhy ověřovány v zájmových kroužcích, při soutěžích, případně na letních táborech mladých elektroniků.

Šest z nejjednodušších konstrukcí jsme zařadili do této kapitoly.

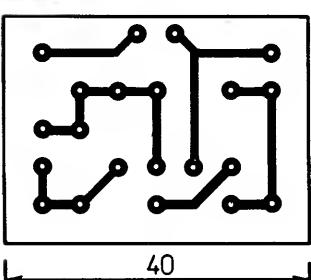
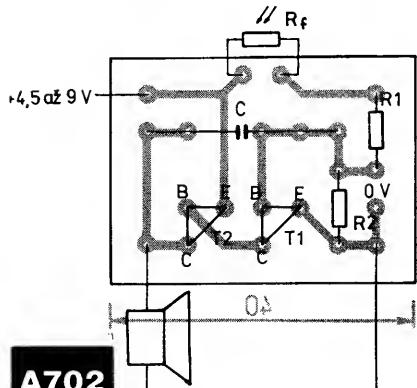
### Zvuková indikace jasu

Přístroj indikuje intenzitu světla, změnou výšky tónu. Čím jasnější je svítící (osvětlený) předmět, tím vyšší tón vydává reproduktor.

Ze schématu na obr. 5 je zřejmé, že se jedná o oscilátor, jehož obvod  $RC$  představuje fotorezistor  $R_f$  + rezistor  $R_1$  a kondenzátor  $C$ . Tímto obvodem je určen kmitočet oscilátoru. Pro bezchybnou funkci přístroje



Obr. 5. Zapojení indikátoru



Obr. 6. Deska s plošnými spoji

bylo nutné u většiny zhotovených indikátorů doplnit oproti původnímu zapojení ještě rezistor  $R_2$  mezi bázi a emitor prvního tranzistoru. Tímto rezistorem (obvykle asi 560  $\Omega$ ) nastavíte pracovní bod, při kterém oscilátor nejlépe kmitá.

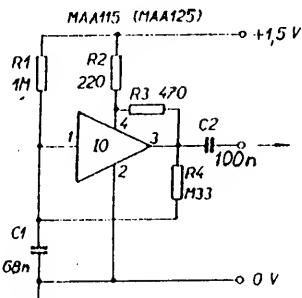
Na typu fotorezistoru příliš nezáleží, můžete volit nejlevnější. K napájení indikátoru stačí devítivoltová destičková baterie. Na obr. 6 je obrazec plošných spojů a umístění součástek na desce.

### Seznam součástek

R1	rezistor 33 k $\Omega$
R2	rezistor 560 $\Omega$
R <sub>f</sub>	fotorezistor (např. WK 650 60, WK 650 37 ...)
C	kondenzátor 0,1 až 0,47 $\mu$ F
T1	tranzistor n-p-n
T2	tranzistor p-n-p
S	spínač
	reprodukтор 25 až 50 $\Omega$ (např. telefonní sluchátko)

### Signální minigenerátor

Zapojením integrovaného obvodu MAA115 a několika dalších součástek (viz schéma na obr. 7) získáte signální generátor, který můžete používat jako bzučák k jakékoli signalizaci: místo domovního zvonku,

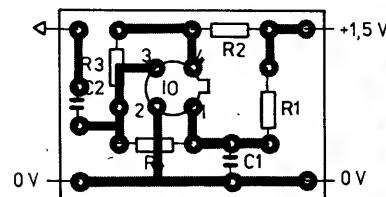


Obr. 7. Zapojení signálního minigenerátoru

k poplašnému zařízení, jako „příposlech“ blinkrů v autě atd. Spínan telegrafním klíčem může posloužit k nácviku telegrafních značek. Později ho můžete využít i ke kontrole činnosti zesilovače či nízkofrekvenční části rozhlasového přijímače.

Generátor má nepatrnou spotřebu proudu a pracuje již při napájecím napětí 1 V – proto stačí jeden tužkový článek na dlouhou dobu provozu.

Se součástkami, uvedenými v seznamu, pracuje obvod na kmitočtu asi 1 kHz. Zvětšením kapacity kondenzátoru  $C_1$  se kmitočet sníží, zmenšováním jeho kapacity můžete dosáhnout kmitočtu až 1 MHz. Kmitočet lze nastavit také změnou rezistoru  $R_4$  (pozor: nesmí mít příliš malý odpor, mohl by se poškodit integrovaný obvod!). Při zkoušení, jak změna odporu ovlivní kmitočet výstupního signálu, je vhodné místo rezistoru



Obr. 8. Deska s plošnými spoji minigenerátoru

0,33 M $\Omega$  použít např. rezistor asi 100 k $\Omega$  a k němu do série zapojit odporový trimr 220 k $\Omega$ .

Všechny součástky jsou umístěny na desce s plošnými spoji (obr. 8). Z výstupu, označeného šípkou, se přivádí zkušební signál na vstup zesilovače (popř. gramofonový či magnetofonový vstup rozhlasového přijímače), přičemž je nutno propojit i zemnicí svorky obou přístrojů.

Neobrátěte polaritu napájecího monočlánku, hrozí poškození integrovaného obvodu!

Integrovaný obvod můžete nahradit trojicí univerzálních tranzistorů (např. KC508) zapojených paralelně; v kolektorech prvních dvou tranzistorů jsou vloženy rezistory asi 3,5 k $\Omega$  (vývod 4 IO), jejich emitory jsou spojeny (vývod 2 IO), výstupem je kolektor třetího tranzistoru (vývod 3 IO) a vstupem báze prvního tranzistoru (vývod 1 IO).

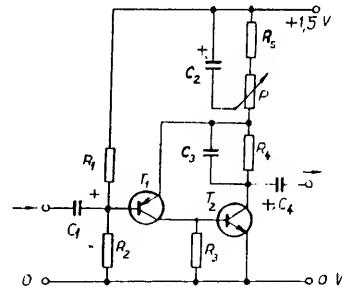
### Seznam součástek

R1	rezistor 1 M $\Omega$
R2	rezistor 220 $\Omega$
R3	rezistor 470 $\Omega$
R4	rezistor 0,33 M $\Omega$
C1	keramický kondenzátor 68 nF
C2	keramický kondenzátor 100 nF
IO	integrovaný obvod (MAA115, MAA125, TAA131 ...)

Následující tři zapojení jsou konstruována tak, aby je bylo možné vzájemně zaměnit: stejné jsou velikosti desek s plošnými spoji, umístění výstupních bodů, polarita i velikost napájecího napětí. Podle součástek, které vám v zásobách zbyly, si můžete zvolit tu verzi, která vám nejlépe vyhovuje.

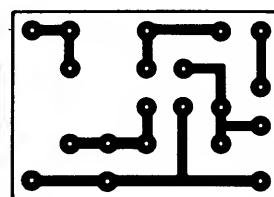
### Komplementární zesilovač

Tento malý zesilovač (obr. 9) můžete vestavět přímo do skříňky, v níž je zdroj signálu: mikrofon, povelový vysílač pro modely apod. Napájení je z tužkového monočlánku 1,5 V.

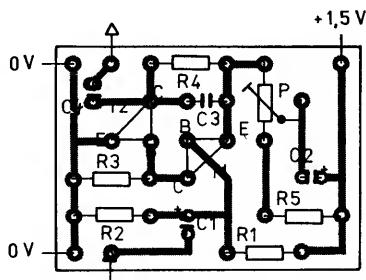


Obr. 9. Zapojení zesilovače s komplementárními (doplňkovými) tranzistory

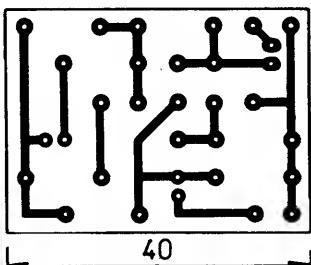
Vstupní impedance je asi 50 k $\Omega$ . Zesílení (4 až 75) závisí na nastavení odporového trimru P. Pro plné vybuzení stačí na vstupních bodech napětí 3 mV. Místo sluchátku je možné zapojit vstup výkonového zesilovače.



A703



Obr. 10. Deska s plošnými spoji zesilovače



A704

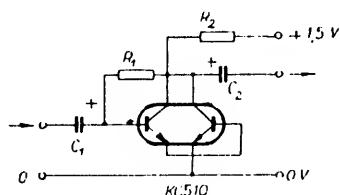
Deska s plošnými spoji a umístění součástek je na obr. 10.

#### Seznam součástek

R1, R2	rezistor 0,1 MΩ
R3	rezistor 10 kΩ
R4	rezistor 4,7 kΩ
R5	rezistor 680 Ω
P	odporový trimr 1 kΩ (např. typ TP 040)
C1, C4	elektrolytický kondenzátor 2 μF (TE 005), případně tantalový kapkový 1,5 μF (TE 124)
C2	elektrolytický kondenzátor 50 μF (TE 002)
C3	keramický kondenzátor 100 pF
T1	tranzistor p-n-p (např. BC179)
T2	tranzistor n-p-n (např. KC507, KC147)

#### Zesilovač v Darlingtonově zapojení

S použitím „dvojitého“ tranzistoru, např. KC810, lze realizovat zapojení podle obr. 11. Kolektory obou tranzistorů jsou propojeny (u



Obr. 11. Zesilovač v Darlingtonově zapojení

některých typů, např. BC517) je toto spojení uvnitř pouzdra tranzistorů. Obvod je uzavřen rezistorem mezi bází prvního tranzistoru a spojonymi kolektory. Pro správnou činnost je třeba, aby bylo zajištěno kolektorové napětí 1 V a tím i napětí emitoru prvního tranzistoru asi 0,5 V.

Zesílení tohoto zesilovače je maximálně 10 a vypočítáte ho ze vztahu

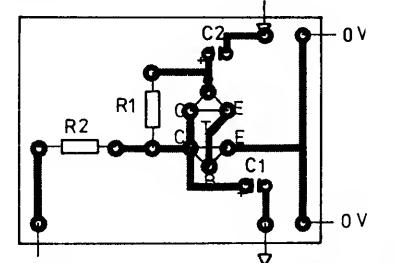
$$A = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot 10$$

přičemž  $R_1$  je impedance zátěže, připojené na výstup. Deska s plošnými spoji a umístění součástek je na obr. 12.

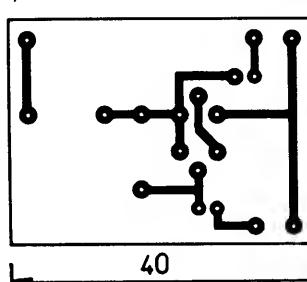
je odebíraný proud asi 450 μA. Deska s plošnými spoji a umístění součástek je na obr. 14.

#### Seznam součástek

R1, R2	rezistor 0,1 MΩ
R3	rezistor 10 kΩ
P	odporový trimr 2,2 kΩ (TP 040)
C1, C3	elektrolytický kondenzátor 2 μF (TE 005), případně tantalový kapkový 1,5 μF (TE 124)
C2	elektrolytický kondenzátor 50 μF (TE 002).
T1	tranzistor n-p-n (např. KC509, KC149)
T2	tranzistor n-p-n (např. KC507, KC147)



A705



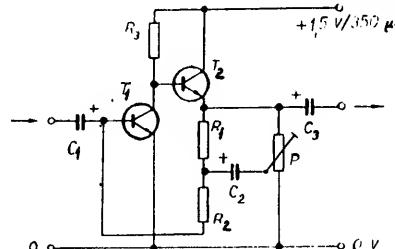
Obr. 12. Deska s plošnými spoji zesilovače

#### Seznam součástek

R1	rezistor 0,1 MΩ
R2	rezistor 1 kΩ
C1, C2	elektrolytický kondenzátor 2 μF (TE 005), případně tantalový kapkový 1,5 μF (TE 124)
T	dvojice tranzistorů n-p-n

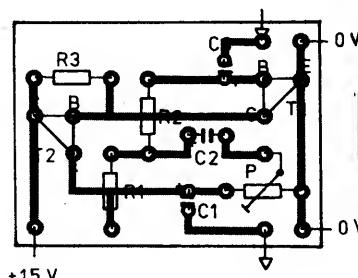
#### Zesilovač s tranzistory n-p-n

Na obr. 13 je dvoustupňový zesilovač se zesílením 10 až 20. Druhý tranzistor pracuje jako emitorový sledovač, stabilizovaný rezistorem R1 do báze prvního tranzistoru. Je-li zatěžovací impedance větší než 100 kΩ, lze zesílení řídit odporovým trimrem P (při použití zapojení jako předzesilovač). Přístroj je konstruován na napěti 1,5 V, můžete však



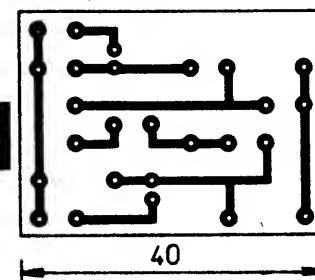
Obr. 13. Zapojení zesilovače s tranzistory n-p-n

použít i napětí 3 V; zesilovač bude pracovat už od napětí asi 1 V. Při třívoltovém napájení



A706

Obr. 14. Deska s plošnými spoji zesilovače



#### III. Pro hry i praxi

Většina nápadů, které byly pro rubriku R 15 zpracovány, vycházela z podnětů přemýšlivých jednotlivců, ale i z požadavků škol, kolektivů, rodičů, soutěžních úkolů. Jednalo se o vyřešení určitých problémů při laboratorní práci, vybavení domácnosti, doplnění hraček o elektronické obvody, doplňky pro zdravotní či bezpečnostní účely, zařízení pro hudební skupiny ...

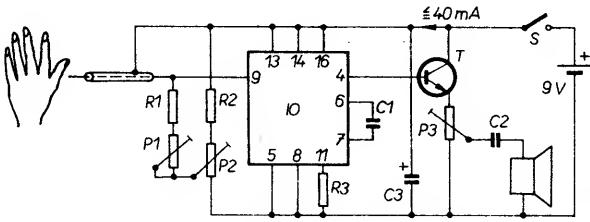
Takových námětů byla většina a proto bude i tato kapitola nejobsáhlejší.

#### Přístroj pro „akupunkturu“

K tradičním způsobům lidové léčby patří mimo jiné akupunktura. Při ní jde o nalezení většího počtu citlivých bodů na lidském těle. V různých časopisech a zdravotnických příručkách zjistíte, které citlivé body ovlivňují různá nervová centra. A tak tlakem prstu na nalezené (v našem případě elektronicky) citlivé místo můžete i bez prášků např. vyléčit bolavou hlavu.

Pro účely akupunktury jsou v prodeji elektronické přístroje, které využívají při vyhledávání citlivých míst toho, že v těchto místech je odpor lidské kůže menší než jinde. Obdobný elektronický přístroj na obr. 15 pracuje s využitím integrovaného logického obvodu CMOS typu MHB4046. Část tohoto obvodu je výhodná pro tuto konstrukci.

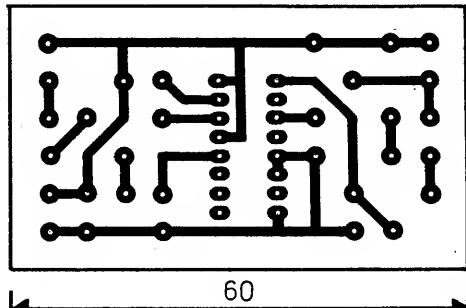
Rezistor R3 a kondenzátor C1 určují rozsah, ve kterém oscilátor integrovaného obvodu mění svůj kmitočet v závislosti na řídícím napětí. Toto řídící napětí dodává napěťový dělič v kombinaci lidská kůže-rezistor R1-odporový trimr P1. Čím bude odpor lidské kůže menší, tím větší bude řídící napětí a tím také kmitočet. Zesílení signálu tohoto kmitočtu jako tónu určité výšky obstarává pro malý reproduktor tranzistor T. Hlasitost reprodukce můžete řídit odporovým trimrem P3.



Obr. 15. Schéma zapojení „akupunktury“

A707

Obr. 16. Deska s plošnými spoji „akupunktury“



60

► Z bezpečnostních důvodů je nutné napájet přístroj výhradně z baterie (proud je při 9 V menší než 40 mA), připojení síťového zdroje je nepřípustné!

Na obr. 16 je obrazec desky s plošnými spoji a umístění součástek přístroje na desce. K výstupu připojte reproduktor s větší impedancí, např. ze stavebnice rozhlasového přijímače, který má  $Z = 100 \Omega$ . Na vstupu je připojena sonda – kovová trubička, v níž je izolované umístěn vodič z tlustého drátu, opracovaný do hrotu. Hrot je připojen k vývodu 9 integrovaného obvodu IO, kovová trubka na kladný pól zdroje. Sondu držíte v ruce a hrotom vyhledáváte citlivá místa na kůži.

#### Seznam součástek

- R1 rezistor 0,1 M $\Omega$
- R2 rezistor 12 k $\Omega$
- R3 rezistor 0,18 M $\Omega$
- P1 odporový trimr 4,7 M $\Omega$  až 10 M $\Omega$  (např. typ TP 040)
- P2 odporový trimr 10 k $\Omega$  (TP 040)
- P3 odporový trimr 220  $\Omega$  (TP 040)
- C1 kondenzátor 560 pF
- C2 keramický kondenzátor 22 nF
- C3 elektrolytický kondenzátor 4,7  $\mu$ F/16 V (tantalová kapka)
- T tranzistor n-p-n (např. KC507)
- IO integrovaný obvod MHB4046
- objímka pro integrovaný obvod DIL 16
- reprodukтор
- destičková baterie 9 V

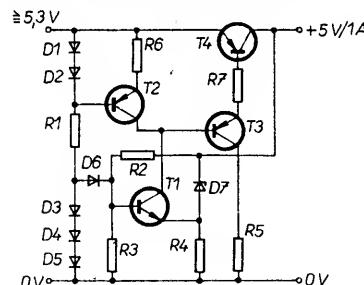
#### Regulátor napětí

Mnoho vašich konstrukcí odeberá sice malý proud z baterie, když se vám jich však sejde více, nestačíte baterie kupovat. Aby bylo jejich využití co nejhospodárnější, můžete regulátor, který zajistí konstantní proud do spotřebiče i při úplně čerstvé baterii.

Běžné regulátory, které pracují s minimálními ztrátami, jsou však připraveny pro proudu do 400 mA – dále uvedené jednoduché zapojení posouvá tuto hranici a potřebuje k tomu jen čtyři tranzistory.

Ve zdroji konstantního proudu (obr. 17) zajišťuje tranzistor T2, diody D1, D2 a rezistor R6 podstatné potlačení střídavé složky při velkém zesílení. Tranzistory T3 a T4 jsou v Darlingtonové zapojení, řízeném tranzistorem T1. Kromě báze je k výstupnímu napětí připojen i emitor T1. Jestliže se výstupní napětí zvětší, zvětšuje se i napětí emitoru T1 oproti napětí báze. Tranzistor T1 se proto zavírá a řídíci napětí pro Darlingtonovu dvojici T3/T4 je menší – výstupní napětí se tedy zmenšuje.

V okamžiku připojení zdroje není na výstupu žádné napětí – proto diody D3 a D6 zajišťují automaticky správnou funkci.



Obr. 17. Schéma zapojení regulátoru napětí

Výstupní napětí regulátoru je pevně nastaveno Zenerovou diodou D7 a odporovým děličem R2/R3. Protože Zenerová dioda mívá často větší tolerance Zenerova napětí, můžete místo rezistoru R4 zapojit odporový trimr asi 5 k $\Omega$  a jím do jisté míry nastavovat napětí na výstupu. Při použití jiné Zenerové diody můžete samozřejmě získat regulátor pro odlišné napětí, např. 4,5 V (nebo 6 V při  $U_{\text{vst}} > 7$  V pro žárovky 6 V/50 mA).

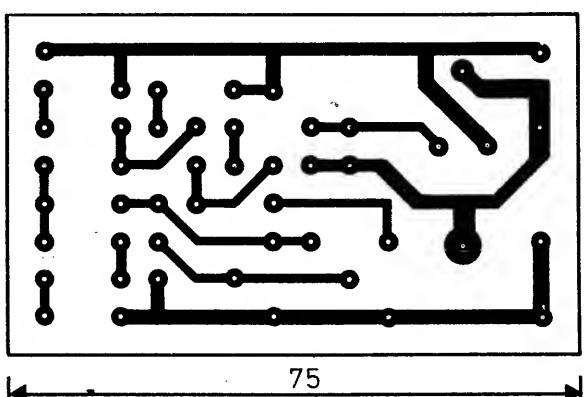
Při různých pokusech, při kterých použijete tento regulátor, nezapomeňte na to, že v zapojení není žádné omezení proudu. Vyuvarujte se proto zkratů!

Vstupní napětí (např. z baterie) volte alespoň o 0,3 V větší, než je napětí nastavené na výstupu, aby regulátor uspokojivě pracoval.

U prototypu byla na místě D7 použita Zenerová dioda ZF3,9; regulátor byl určen pro žárovky 3,8 V/0,3 A. Proud regulátoru byl bez zatížení při vstupním napětí 4,5 V z ploché baterie asi 8 mA, při napětí 16,5 V na vstupu kolem 19 mA. Výstupní napětí se změnilo při různé zátěži nejvýše o 0,2 V. Při výběru tranzistorů T1 až T3 se snažte do držet tyto parametry:  $I_C = 100$  mA,  $U_{CE} = 45$  V,  $h_{21E} \approx 110$  až 800.

#### Seznam součástek

- R1 rezistor 1 k $\Omega$
- R2, R3 rezistor 2,7 k $\Omega$
- R4 rezistor 220  $\Omega$
- R5, R7 rezistor 180  $\Omega$
- R6 rezistor 330  $\Omega$
- D1 až D6 křemíková dioda (KA207, 1N4148 ...)
- D7 Zenerová dioda, např. 3V3, 400 mA (ZF3,3 až ZF3,9 nebo lze vybrat měřením z diod KZ140)
- T1 tranzistor n-p-n (KC507, BC547B ...)
- T2, T3 tranzistor p-n-p (BC177, BC177A, BC557B ...)
- T4 tranzistor p-n-p (KD334, KD336, KD338, KD136, BD242, BD355 aj.)



75

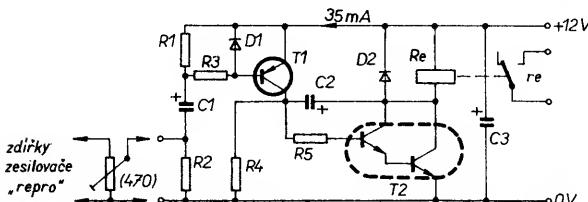
A708

Obr. 18. Deska s plošnými spoji regulátoru

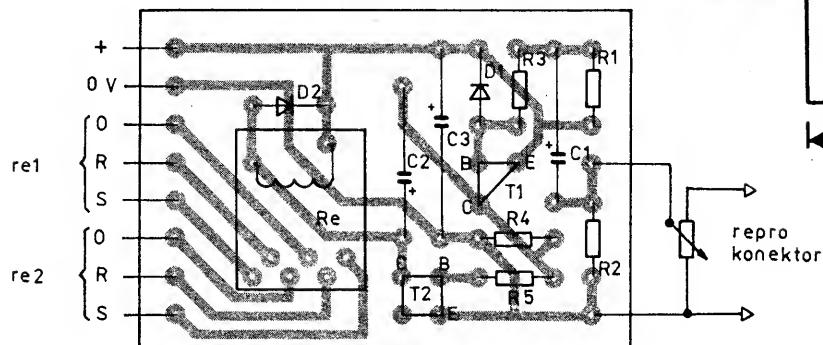
## **Jednoduchý VOX**

Pří diskotéce jistě využijete zařízení VOX – tj. spínač, který automaticky připojí jeden ze vstupů zesilovače (obvykle mikrofon). VOX můžete samozřejmě využít i jinak, např. k sepnutí osvětlení na určitém místě, pokud někdo promluví či způsobí větší hluk, nebo k hlídání malého dítěte. Přístroj připojíte k výstupu zesilovače mikrofonu s označením „repro“ nejlépe přes potenciometr nebo odporový trimr, abyste mohli nastavit vstupní citlivost.

Nízkofrekvenční signál z tohoto výstupu nabíjí elektrolytický kondenzátor C1 a spíná tranzistor T1 (obr. 19). Rezistor R3 omezuje



Obr. 19. Schéma zapojení VOX



proud báze, pokud vstupní napětí překročí úroveň 600 mV, dioda D1 nastavuje napětí báze-emitor tranzistoru T1 na asi 0,6 V. Tranzistor T2 (Darlingtonovo zapojení) spíná relé, jeho správná funkce je nastavena rezistorem R4. Kondenzátor C2 představuje spolu s tranzistorem T1 filtr, který zabrání sepnutí relé při rušivých impulsech.

Největší mezivrcholové vstupní napětí je závislé na rezistorech R2 a R3, při odporech podle seznamu součástek je to asi 40 V. Proud celého přístroje je asi 100 mA, ale závisí samozřejmě na použitém relé.

Na místě T2 byla kromě typu KSZ62 (tranzistory n-p-n v Darlingtonové zapojení) vyzkoušena i dvojice křemíkových tranzistorů n-p-n typu KC810 (KC510), jejíž vývody propojte podle zapojení T2 na schématu, obr. 19. Relé může být jakékoliv do 200 mA, v prototypu to bylo relé typu LUN 2821.41, které odebírá při napětí 12 V proud asi 50 mA a má dva přepínací kontakty. Pro takové relé je připraven obrazec plošných spojů na obr. 20.

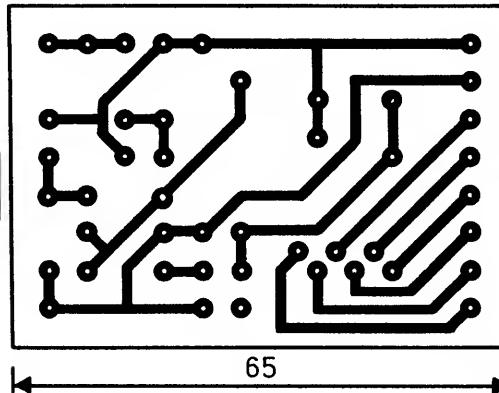
## Seznam součástek

R1	rezistor 4,7 k $\Omega$
R2	rezistor 330 $\Omega$
R3	rezistor 220 $\Omega$
R4	rezistor 510 $\Omega$ až 1 k $\Omega$
R5	rezistor 100 $\Omega$
C1, C2	kondenzátor 10 $\mu$ F/15 V, elektrolytický
C3	kondenzátor 47 $\mu$ F/25 V (16 V), elektrolytický
D1, D2	křemíková dioda (KA207, 1N4148 . . .)
T1	tranzistor p-n-p (BC178, BC179, BC557B . . .)

kole. To je důležité např. na křížovatce, kde tato doba obvykle stačí do okamžiku uvolnění průjezdu a tedy i obnovení činnosti dynamo.

Pokud dodává dynamo napětí, jsou tranzistory T1 až T3 sepnuté. Při zastavení zůstává tranzistor T1 ve vodivém stavu vlivem kondenzátoru C, který se pomalu vybijí přes rezistor R1. Po vybití kondenzátoru C se tranzistory T2 a T3 překlopí a odpojí žárovku Ž zpětného světla od baterie.

Obrazec plošných spojů a zapojení součástek je na obr. 22. U prototypu, v němž byl použit kondenzátor  $15 \mu\text{F}$ , svítila koncová svítidla po odpojení dynama 2 minuty 39 sekund (při baterii 4,5 V), popř. 2 minuty 49

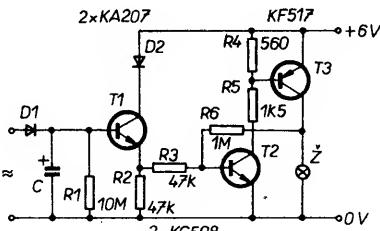


Obr. 20. Deska s plošnými spoji pro VOX

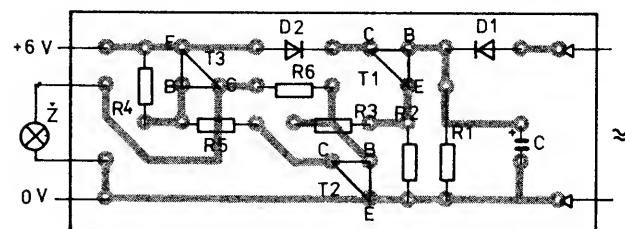
sekund (při 6 V). Zvětšením kapacity kondenzátoru C lze tyto doby prodloužit.

## Seznam součástek

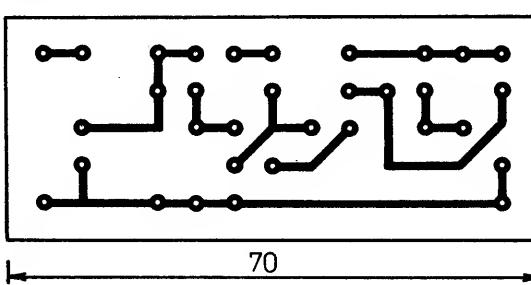
R1	rezistor 10 M $\Omega$
R2, R3	rezistor 47 k $\Omega$
R4	rezistor 560 $\Omega$
R5	rezistor 1,5 k $\Omega$
R6	rezistor 1 M $\Omega$
C	elektrolytický kondenzátor 20 až 100 $\mu$ F
D1, D2	křemíková dioda (KA207, 1N4148 . . .)
T1, T2	tranzistor n-p-n (KC508, BC549C . . .)
T3	tranzistor p-n-p (KF517, BC160 . . .)
$\hat{Z}$	$\hat{z}$ árovice 6 V/50 mA



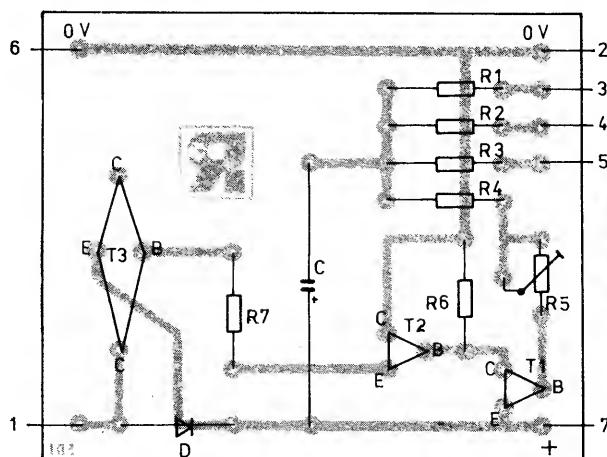
Obr. 21. Schéma zapojení doplňku k bezpečnostní koncové svítilně na kolo



Obr. 22. Deska s plošnými spoji pro zapojení z obr. 21



AZ10



A713

Obr. 34., obr. 35. Deska s plošnými spoji „elektrického dispečera“

kondenzátor C přes vstup 4 (kontakt k2) dostane napětí z „kladné“ kolejnice) a proto se tranzistor T3 otevří. Vlak, stojící dosud na oddělené kolejnici, může odjet. Jeho vzdálenost od prvního vlaku ve chvíli odjezdu je určena tím, jak jsou od sebe kontakty k1 a k2 vzdáleny.

Protože se však kondenzátor C vybije nejdéle do šedesáti sekund, může být vzdálenost kontaků jen taková, aby ji vlak ujel za dobu o něco kratší než 60 s. Tím je zaručena správná činnost autostopu.

Oddělená kolejnice by měla být alespoň dvakrát tak dlouhá, než je největší použitá lokomotiva, aby bylo zaručeno bezpečné zastavení na odděleném úseku. Při přepolování napětí v kolejnicích je autostop neúčinný, vlak jedoucí opačným směrem oddělený úsek projede.

Na obr. 34 je deska s plošnými spoji „elektronického dispečera“ a umístění součástek na desce (obr. 35).

#### Technické údaje

Provozní napětí: 9 až 14 V.

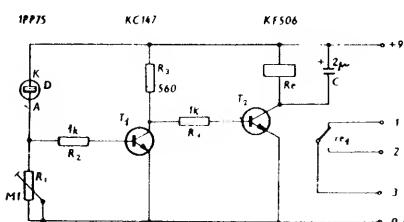
Maximální řídící proud: 1 A.

Zpoždění obvodu: 5 až 30 s.

Rozměry: 70 × 60 × 20 mm.

#### Seznam součástek

R1	rezistor 1 k $\Omega$
R2, R6	rezistor 10 k $\Omega$
R3	rezistor 82 k $\Omega$
R4	rezistor 3,9 k $\Omega$
R5	odporový trimr 100 k $\Omega$ (TP 040)
R7	rezistor 100 $\Omega$
C	elektrolytický kondenzátor 200 $\mu$ F (TE 984)
D	křemíková dioda (KY132/80, KY721F ...)
T1	tranzistor p-n-p (GC515 ...)
T2	tranzistor p-n-p (GC500 ...)
T3	výkonový tranzistor p-n-p (OC30 ...)



A714

Při použití křemíkových tranzistorů (KC508, KF508, KD602) bylo třeba změnit polaritu napájecího napětí a kondenzátoru C (obr. 30), popř. vyzkoušet vhodný odpor rezistoru R6.

#### Světelné čidlo

Na obr. 36 je spínací obvod, citlivý na změnu osvětlení. Ve spojení s vhodným fotoelektrickým prvkem může např. zajišťovat stanovený spínací program pro počítače nebo zabezpečovací zařízení, popř. ho může i vypnutím ukončit.

Konstrukce má tyto základní obvody:

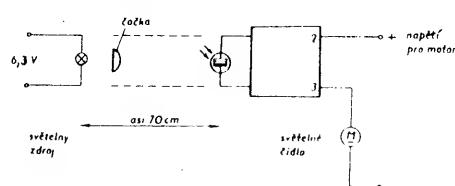
- fotoelektrický prvek,
- předzesilovač a
- pracovní stupeň s relé.

Fotoelektrický prvek, křemíková fotonka D, ovlivňuje proud báze zesilovacího tranzistoru T1. Překročí-li intenzita světla určitou nejmenší velikost, začne přechodem báze-emitor tranzistoru T1 procházet proud, jímž se tranzistor otevře. Tranzistor T2 je uzavřen, neboť jeho báze je jakoby „uzemněna“ otevřeným tranzistorem T1. Kotva relé odpadne.

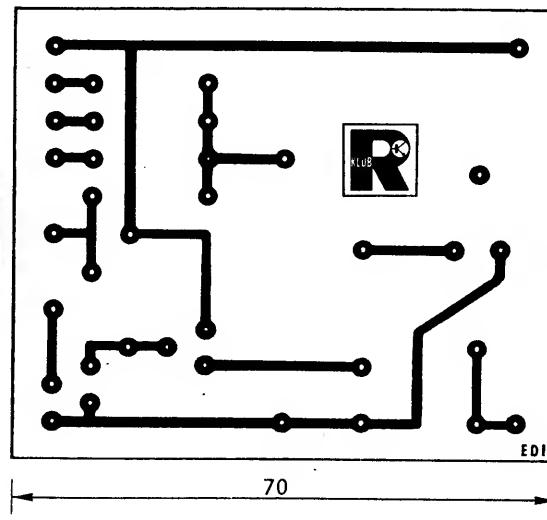
Je-li fotonka zastíněna, její vnitřní odpor se zvětší. Tranzistorem neprochází téměř žádný proud báze, tranzistor T1 se proto zavírá. To má za následek větší napětí na bázi tranzistoru T2, který se otevře, začne procházet kolektorový proud a kotva relé přitáhne.

Odporovým trimrem R1 lze v určitých mezech nastavit citlivost obvodu – tj. volit intenzitu světla, při níž relé Re přepne z jedné polohy do druhé.

Na obr. 37 je jedno z možných použití světelného čidla. Při přerušení paprsku světla ze zdroje sepnou kontakty relé přívod napájecího napětí k motoru, který otevře přicházející osobě dveře. S použitím zpoždovacího obvodu (viz návod Elektronický dispečer) lze toto zařízení naprogramovat tak, že po určité době motor dveře opět samočinně zavře.

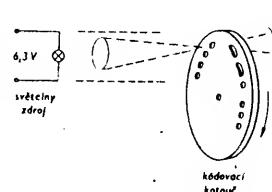


Obr. 36. Schéma světelného čidla



70

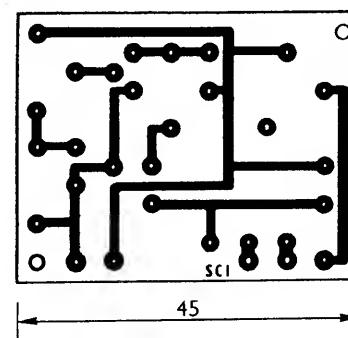
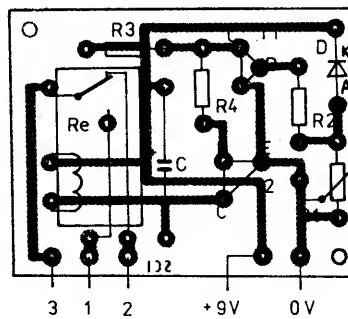
EDI



Obr. 38. Samočinný „dáváč“ morseovky

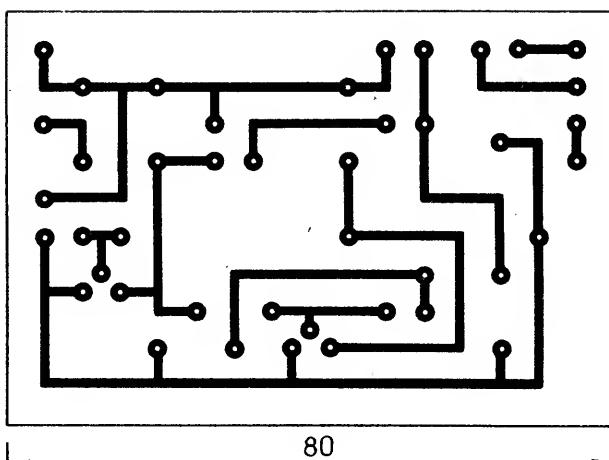
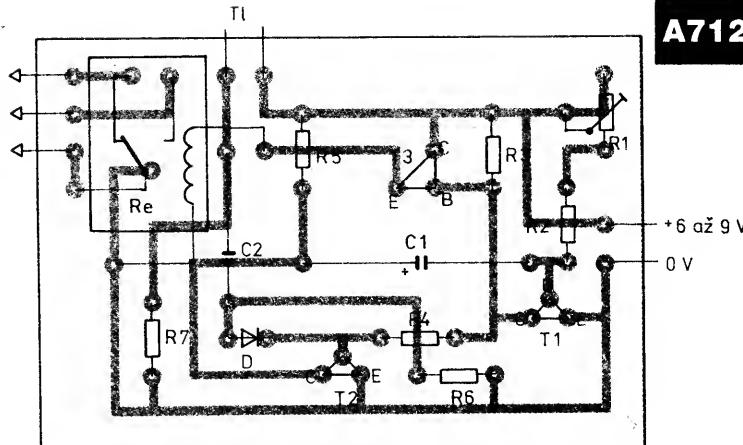
Jiné použití je znázorněno na obr. 38. Kódovací kotouček má poblíž obvodu vypolovány otvory, jimž prochází při pohybu kotoučku střídavě světelný paprsek. Paprsek se tedy „kliká“ a dopadá na světelné čidlo. Na rozplácení dvojici kontaktů re1 je připojen např. bzučák, vysílačí stanice světelného telefonu apod.

Deska s plošnými spoji je osazena součástkami pole obr. 39. Pokud při oživování světelného čidla nereaguje fotonka na změny světla, bude asi zapojena obráceně – barevná tečka u vývodu této součástky označuje, že má být tento vývod zapojen do společného bodu rezistorů R1 a R2.



45

Obr. 39. Deska s plošnými spoji čidla



Obr. 28., obr. 29. Deska s plošnými spoji spínače

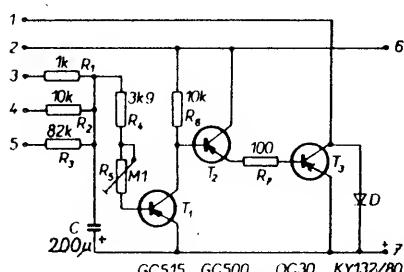
**Seznam součástek**

R1	odporový trimr 0,22 M $\Omega$ (TP 040)
R2, R6	rezistor 12 k $\Omega$
R3	rezistor 1,8 k $\Omega$
R4	rezistor 8,2 k $\Omega$
R5	rezistor 1 k $\Omega$
R7	rezistor 1,5 k $\Omega$
C1	elektrolytický kondenzátor 500 $\mu$ F (TE 982)
C2	kondenzátor 4,7 nF
C	hrotová germaniová dioda (např. OA9, GAZ51 ...)
T1, T2	tranzistor n-p-n (KC147 ...)
T3	tranzistor n-p-n (K506 ...)
Re	relé (modelářské AR-2 ...)

**Elektronický dispečer**

Železniční modelář potřebuje k řízení svého kolejíště hodně různých regulátorů a spínačů. Na větším modelu však ztrácí dík velkému množství ovládacích prvků přehled a pomocí mu může pouze elektronické řízení. Vestavěním zpožďovacího obvodu se např. vyřeší automatické zastavování a malé rozjíždění vlaků na určeném místě.

Na obr. 30 je schéma zapojení obvodu. Tranzistor T3 je zapojen jako řídící prvek, který reguluje napětí na oddělené kolejnici. V klidu je kondenzátor C vybit a tranzistor T1 uzavřen. Přes rezistor R6 je otevřen tranzistor T2 a tím i výkonový tranzistor T3. Na oddělené kolejnici, připojené k vývodu 1, je plné napájecí napětí. Spojí-li se krátce vstup 3 se záporným polem zdroje, nabije se kondenzátor C. Kondenzátor se pak vybije přes rezistor R4, R5 a přechod báze-emitor tranzistoru T1, který se vybije proudem kondenzátoru C otevře. Kolektorovým proudem tranzistoru T1 vznikne na rezistoru R6 úbytek napětí a tranzistory T2 a T3 se uzavřou.

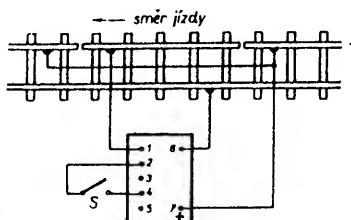


Obr. 30. Schéma zapojení zpožďovacího obvodu

Přívod napětí do oddělené kolejnice je přerušen a vlak se zastaví. Když se náboj na kondenzátoru C přes přechod báze-emitor tranzistoru T1 vybije, uzavře se tranzistor T1 a tranzistory T2 a T3 jsou opět vodivé. Na oddělenou kolejnici se opět dostává napětí. Na dobu vybijení kondenzátoru C závisí zpoždění, s jakým se vlak rozjíždí.

Dobu nabíjení lze řídit volbou vhodného vstupu (3 až 5 na schématu), na každém vstupu je zapojen jiný rezistor. Použije-li se vstup č. 5, bude mít obvod největší zpoždění.

Na obr. 31 je jedna z možností, jak obvod pripojit. Na kolejíšti je oddělené místo, kde mají vlaky zastavit. Vývod 6 je připojen na nepřerušenou kolejnici – nulový potenciál napájecího napětí. Vývod 7 je spojen s „kladnou“ kolejnicí.



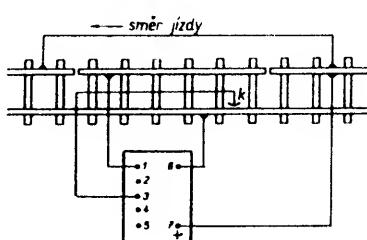
Obr. 31. Připojení obvodu ke kolejíšti

Vývod 1 napájí oddělenou část kolejnice. Mezi vývody 2 a 4 je zapojen spínač S. Odporový trimr R5 je nastaven na nejmenší odpor.

Projíždí-li model lokomotivy, je při rozpojeném spínači S tranzistor T3 otevřen a vlak projede odděleným místem bez zastavení. Po sepnutí spínače S se nabije kondenzátor C na velikost provozního napětí, tranzistor T1 se otevře a tranzistor T3 se díky tranzistoru T2 zavírá, takže vlak na odděleném místě zastaví. Má-li se vlak opět rozjet, stačí rozpojit spínač S – kondenzátor se vybije, tranzistor T3 otevře a model vlaku se po zvolné rozjíždí.

Má-li napájecí napětí na svorkách 6 a 7 opačnou polaritu (modelář zvolil zpětný chod vlaku), přemostí dioda D tranzistor T3. Napětí na oddělené kolejnici je v tomto případě nezávislé na poloze spínače S – vlak projíždí bez přerušení.

V jiném případě si můžeme přát, aby na určeném úseku vlak zastavil, stanovenou dobu čekal a pak v jízdě pokračoval. Na obr. 32 je zapojení, které splňuje toto přání. Je k tomu třeba izolovaně upevnit poblíž první

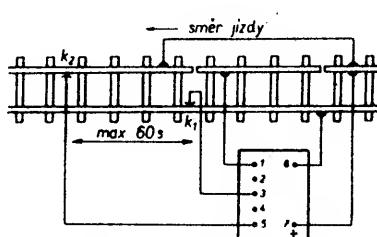


Obr. 32. Zapojení pro automatické zastavení, stání a rozjezd vlaku

ho přerušení oddělené kolejnice (ve směru jízdy) pomocný kontakt k. Ten spojí lokomotiva svými kovovými koly s kolejnicí. Tím přivede na vstup 3 napětí – kondenzátor C se nabije na provozní napětí. Tranzistor T1 se otevře, tranzistory T2 a T3 uzavřou a oddělená kolejnice je bez napětí. Vlak stojí, dokud se kondenzátor nevybije přes rezistory R4, R5 a přechod báze-emitor tranzistoru T1. Potom se pomalu rozjíždí. Dobu stání můžete měnit odporovým trimrem R5 od pěti do šedesáti sekund.

Při opačné polaritě napětí na kolejích je činnost spínačového kontaktu k neúčinná, protože tranzistor T3 je přemostěn diodou D. Vlak proto v opačném směru projíždí bez zastavení.

Kromě těchto zapojení lze obvodem realizovat tzv. autostop dvěma pomocnými kontakty k1 a k2, jejich umístění na příslušném úseku kolejíšti je na obr. 33. Odporový trimr



Obr. 33. Zapojení autostopu

R5 je nastaven na maximální odpor. Pomocný kontakt k1 je umístěn za druhým přerušením oddělené kolejnice (ve směru jízdy) a lokomotiva jej svými koly spojí s nulovým polem napájecího zdroje. Kondenzátor C se přes vstup 3 nabije na provozní napětí.

Následující vlak zůstane stát na úseku, určeném oddělenou kolejnicí, dokud je tranzistor T3 uzavřen. Když první lokomotiva najede na pomocný kontakt k2, vybije se



## Technické údaje

Provozní napětí: 9 V.  
Odběr proudu: max. 200 mA.  
Maximální spínací napětí: 12 V.  
Rozměry: 45 × 35 × 25 mm.

### Seznam součástek

R1	odporový trimr 100 k $\Omega$ (TP 040)
R2, R4	rezistor 1 k $\Omega$
R3	rezistor 560 $\Omega$
C	elektrolytický kondenzátor 2 $\mu$ F (TE 986)
D	křemíková fotonka (1PP75 . . ., příp. germaniové typy 11PN70, 12PN70 . . .)
T1	tranzistor n-p-n (KC147 . . .)
T2	tranzistor n-p-n (KF506 . . .)
Re	rele se spínacím proudem asi 100 mA (modelářské AR-2 . . .)

## Nízkofrekvenční předzesilovač

Návrh předzesilovače vychází z požadavku využití levných součástek a z požadavku bezchybné funkce podle popisu i pro začátečníka, který dosud nemá mnoho zkušeností.

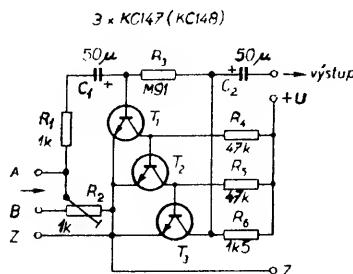
Obvod je navržen tak, aby ho bylo možno použít co nejuniverzálněji a aby současně poskytoval možnost praktických pokusů a různých kombinací. Uvedené příklady využití proto můžete rozšířit podle vlastní fantazie a potřeb.

Napětí získávané z různých zdrojů nízkofrekvenčního signálu jsou většinou relativně malá a nemohou vybudit výkonový zesilovač, případně se při vedení dlouhými kably dále zmenšují. Proto se k jejich zpracování používají předzesilovače, které mají obvykle malé rozměry a signál vhodně zesilují.

Na obr. 40 je schéma zapojení přímovázánoho zesilovače se třemi křemíkovými tranzistory. Přímou vazbu lze u křemíkových tranzistorů použít proto, protože mají malé zbytkové proudy a jsou málo závislé na teplotě okolí. Přímá vazba má různé výhody – především jsou menší náklady na pořízení potřebných součástek a zesilovačem přenášené kmitočtové pásmo je obvykle velmi široké.

Popisovaný předzesilovač má dolní přenášený kmitočet asi 20 Hz, horní kmitočet je asi 100 kHz. Zesílení je díky přímé vazbě (bez kondenzátorů a transformátorů) v celém přenášeném kmitočtovém pásmu téměř konstantní.

Také použití záporné zpětné vazby, realizované rezistorem R3, zlepšuje vlastnosti předzesilovače. Zpětná vazba zmenšuje ne-lineární zkreslení, zvětšuje vstupní odpor a zmenšuje výstupní odpor. Působí i jako „stabilizační“ činitel při změnách napájecího napětí.



Obr. 40. Zapojení nf předzesilovače

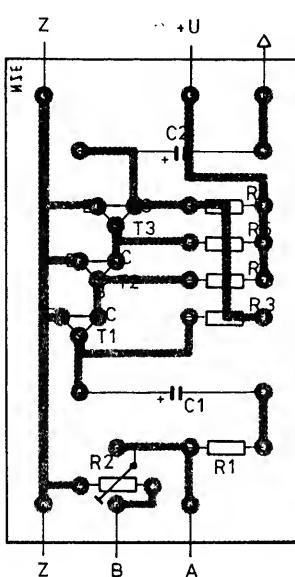
Volbou rezistoru R3 lze řídit účinnost záporné zpětné vazby. Při odporu rezistoru R3 podle schématu je zesílení předzesilovače asi 1000.

Pracovní body tranzistorů se nastavují automaticky, jsou však závislé na proudovém zesilovacím činiteli tranzistorů. Za pozornost stojí ještě ta skutečnost, že tranzistory pracují při malém napětí  $U_{CE}$  (kolektorem-emitor), neboť  $U_{CE}$  jednoho tranzistoru se rovná napětí báze-emitor následujícího tranzistoru.

Zesilovač je na vstupu a výstupu stejnosměrně oddělen od připojených zařízení.

Odporový trimr R2 je zapojen paralelně ke vstupu a lze jím upravit velikost vstupního napětí. Trimr můžete zapojit do obvodu jen tehdy, potřebujete-li zmenšit vstupní napětí.

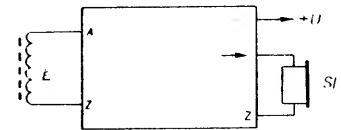
Součástky předzesilovače jsou zapojeny na desce s plošnými spoji podle obr. 41.



Obr. 41. Deska s plošnými spoji předzesilovače

Zapojení podle obr. 42 umožnuje použít nízkofrekvenční předzesilovač k přípoledu telefonních hovorů, a to bez zásahu do telefonního přístroje. K tomuto účelu je třeba k pláští telefonního přístroje (do vhodného místa) přiložit snímač cívku L. Maximální hlasitost můžete seřídit posouváním cívky L po pláští telefonního přístroje. Na výstupu jsou pro pokusný provoz připojena sluchátka; jinak lze výstupní signál zesilovat např. jednoduchým koncovým zesilovačem, který

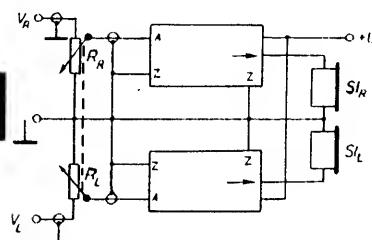
je na obr. 42 znázorněn.



Obr. 42. Nf předzesilovač jako zesilovač telefonních hovorů

dokáže vybudit reproduktor. Cívka L je navinuta na feritovém jádru o  $\varnothing$  10 mm a délce 80 mm, má asi 1000 závitů měděného lakového drátu o  $\varnothing$  0,1 mm.

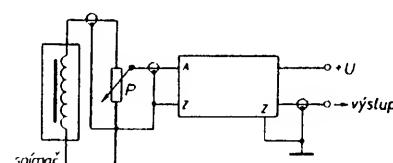
Vzhledem k dobrým přenosovým vlastnostem nízkofrekvenčního předzesilovače se nabízí využít dvou těchto obvodů ve stereofonním provozu. Na obr. 43 je blokové



Obr. 43. Dva nf předzesilovače jako stereofonní předzesilovač k rozhlasovému přijímači

schéma se dvěma nf předzesilovači pro poslech na sluchátka. Na vstupy  $V_R$  a  $V_L$  se přivádí stereofonní signál např. z přijímače (z jeho tzv. diodového výstupu). Hlasitost obou kanálů se řídí tandemovým potenciometrem  $R_p$ ,  $R_L$  s odporovou dráhou 10 k $\Omega$  (lineární). Potenciometr je připojen tak, že slouží jako stereofonní váha, balance. Oba vstupy je třeba propojovat stíněnými kablíky.

Malé rozměry předzesilovače umožňují použít ho i jako zesilovač k elektrické kytaře. Napájecí napětí získáte buď z baterie, nebo můžete předzesilovač napájet ze síťového dílu výkonového zesilovače (je-li předzesilovač umístěn v kytaře). Zapojení je na obr. 44. K potlačení brumu je opět třeba spojit kytařu a výkonový zesilovač stíněným kablíkem.



Obr. 44. Předzesilovač ke kytarovému snímači

Použijete-li v předzesilovači všechny tranzistory s velkým proudovým zesilovacím činitlem, může se zesilovač samovolně rozkmitat. Je-li předzesilovač takto náhodný k oscilacím, zkuste vzájemně prohodit jednotlivé tranzistory, popř. zapojte kondenzátor 30 až 60 pF mezi kolektor a bázi tranzistoru T3.

## Technické údaje

Provozní napětí: 9 V.  
Odběr proudu: 4 až 7 mA.

Maximální vstupní napětí: 1 mV.

Zesílení: 1000.

Kmitočtový rozsah: 20 Hz až 100 kHz.

Rozměry: 65 × 40 × 20 mm.

#### Seznam součástek

R1	rezistor 1 k $\Omega$
R2	odporový trimr 1 k $\Omega$ (TP 040)
R3	rezistor 0,91 M $\Omega$
R4, R5	rezistor 47 k $\Omega$
R6	rezistor 1,5 k $\Omega$
C1, C2	elektrolytický kondenzátor 50 $\mu$ F
T1 až T3	tranzistor n-p-n (KC147, KC148 ...)

### Tremolo se svítivou diodou

Svítivá dioda a dostatečně rychle reagující fotorezistor vám nahradí optoelektronický člen v přístroji, který ocení hudební skupiny: tremolo pro kytaru, varhany apod. Jistě by bylo možné použít místo svítivé diody žárovku – zařízení by však nepracovalo tak uspokojivě vzhledem k pomalému dohasínání vlákna žárovky. Důležité však je, aby byl vybrán takový fotorezistor, který zaznamenává i rychlé změny svitu svítivé diody.

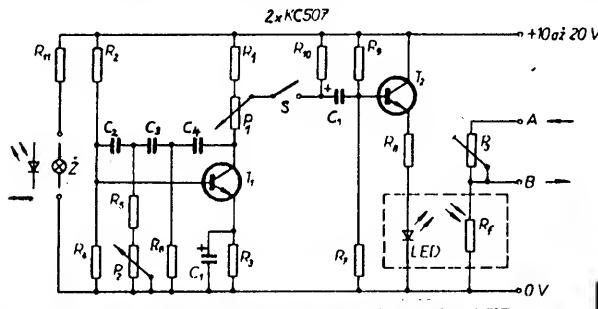
Obvod tranzistoru T1 je zapojen jako laditelný oscilátor, jehož kmitočet lze plynule měnit potenciometrem P2 v rozmezí asi 2 až 9 Hz. Hloubku modulace tremola nastavíte potenciometrem P1, spínačem S můžete

efektový zesilovač od řízeného obvodu odpojit.

Signál oscilátoru postupuje z kolektoru tranzistoru T1 přes spínač S a kondenzátor C5 na bázi tranzistoru T2. Kladné půlvlny signálu tranzistor otevírá, proud procházející rezistorem R8 rozsvítí svítivou diodu. Ta je opticky „svázána“ s fotorezistorem R<sub>f</sub>, který snímá její světelné změny.

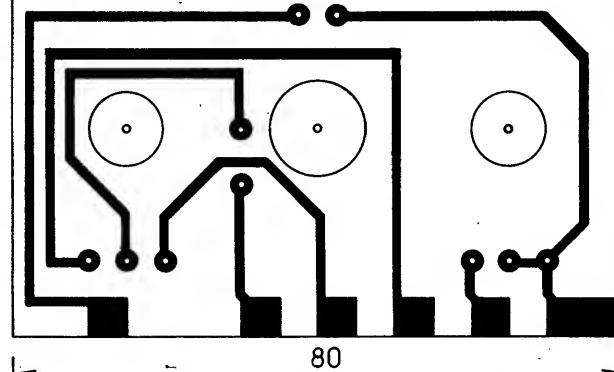
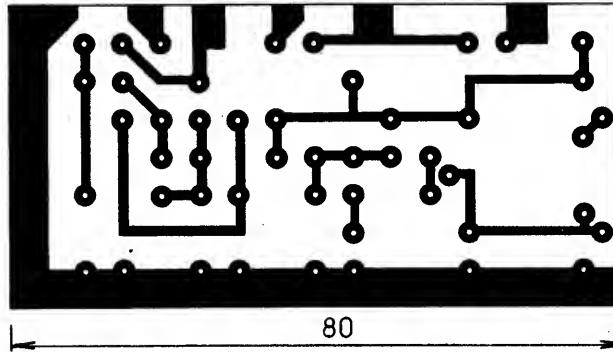
K vývodu A je přiveden vstup a k vývodu B výstup řízeného signálu. Směšování tohoto signálu se signálem oscilátoru tremola nastavíte odporovým trimrem P3. Schéma zapojení tremola je na obr. 45.

Přístroj je postaven na dvou deskách s plošnými spoji, které jsou spájeny příslušnými ploškami kolmo k sobě. Spínač a potenciometry jsou zasunuty zevnitř, ze strany měděné fólie. Podložte je proto papírovou podložkou (dodávají se obvykle s potenciometrem), aby kovové pouzdro potenciometru nezkratovalo spoje desky. Můžete také použít některý z potenciometrů spřažený se spínačem a na původní místo pro spínač umístit např. žárovku či další svítivou diodu, indikující provoz přístroje. Pro napájení tohoto indikátoru jsou určeny body, označené Ž – při použití svítivé diody nezapomeňte zapojit rezistor R11, který omezuje proud svítivé diody – při zapojení žárovky na vhodné napětí propojte pájecí body pro rezistor R11 drátovou spojkou.



Obr. 45. Schéma zapojení tremola s LED

A716a



Obr. 46. Desky s plošnými spoji tremola

Provedení obou desek s plošnými spoji je na obr. 46, zapojení součástek na těchto deskách na obr. 47.

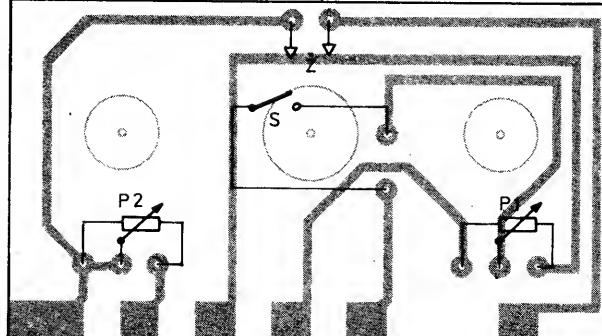
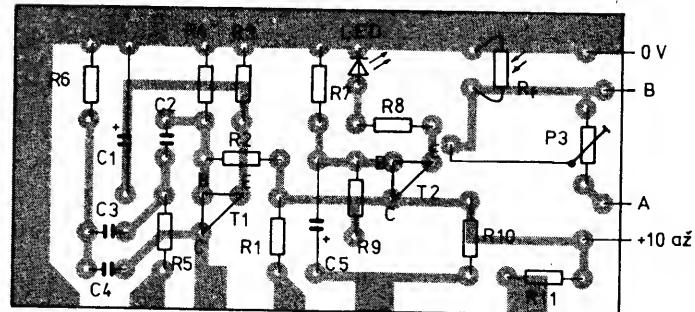
Svítivou diodu tremola a fotorezistor umístěte do společného pouzdra (slepte např. malou trubíčku z černého papíru a navlékněte na tyto součástky), aby okolní světlo neovlivňovalo fotorezistor R<sub>f</sub>. Stejného efektu dosáhnete, bude-li celý přístroj uzavřen v neprůhledné krabičce.

Nebudete-li mít po ruce tantalové elektrolytické kondenzátory, můžete je nahradit tak, že na jejich místo zapojíte vždy 3 ks keramických kondenzátorů, každý s kapacitou 150 nF.

Při provozním napětí 18 V (čtyři ploché baterie) odebíral prototyp celého přístroje proud asi 6 až 7 mA.

#### Seznam součástek

R1	rezistor 3,9 k $\Omega$
R2	rezistor 0,22 M $\Omega$
R3, R8	rezistor 1,5 k $\Omega$
R4, R6	rezistor 18 k $\Omega$
R5	rezistor 4,7 k $\Omega$
R7	rezistor 0,1 M $\Omega$
R9	rezistor 68 k $\Omega$
R10	rezistor 0,27 M $\Omega$
R11	rezistor 1 k $\Omega$
P1	lineární potenciometr 47 k $\Omega$ nebo 50 k $\Omega$ (TP 052c, TP 160, TP 180, TP 190 ...)
P2	lineární potenciometr 10 k $\Omega$ (TP 052c, TP 160, TP 190 ...)
P3	odporový trimr 47 k $\Omega$ (TP 041)
C1	elektrolytický kondenzátor 100 $\mu$ F (TE 981)
C2 až C4	elektrolytický kondenzátor tantalový 0,47 $\mu$ F (TE 125) nebo tři keramické kondenzátory 150 nF paralelně
C5	elektrolytický kondenzátor 10 $\mu$ F (TE 986)
T1, T2	tranzistor n-p-n (KC507, KC508, KC509, BC107, BC108, BC109, BC237 ...)
LED	svítivá dioda (LQ100 ...)



Obr. 47. Osazené desky s plošnými spoji tremola

R<sub>f</sub> fotorezistor (např. WK 650 60)  
 S spínač

#### IV. Letní činnost

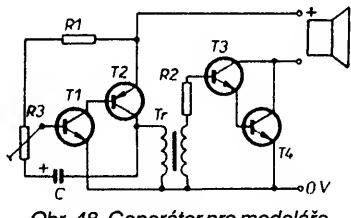
Pro letní tábory jsme náměty připravovali tak, aby je bylo možné zhotovit v „polních“ podmírkách a pokud možno na táboře využít. Jistě se pamatuje např. na přístroj Správná stopa, určený pro noční bojové hry. Různá hlídací zařízení, pomůcky pro táborové hry (např. megafon) – všechny se nám sem nevejdou.

Mnohé návody byly také zařazeny do technických soutěží, především o zadaný elektronický výrobek. Tak se mohli táborníci – mladí elektronici zapojit do přípravy konstrukcí, které se pak díky soutěžím a zveřejněním soutěžních úkolů v různých časopisech rozšířily po celé republice. Způsob řešení zadaných úkolů soutěžícími napovídá pak autorům, jak byl jejich návrh úspěšný a podobný.

Tato kapitola obsahuje jen několik z méně známých námětů rubriky R 15 pro letní činnost.

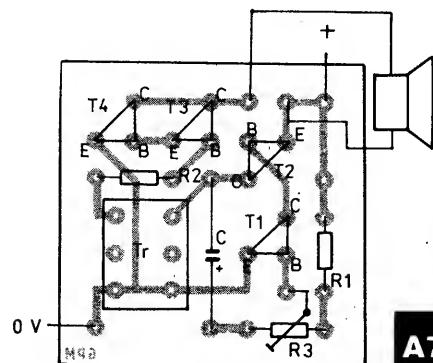
#### Generátor pro modeláře

Na obr. 48 je schéma generátoru, který napodobuje zvuk spalovacího motoru. Může být umístěn např. v modelu automobilu, lodi apod. Po připojení zdroje ke generátoru se ozve zvuk, který připomíná motor, dostávající se pomalu „do otáček“. Odporový trimr R3 je určen k nastavení požadovaného kmitočtu.



Obr. 48. Generátor pro modeláře

Podstatou zapojení je blokovací oscilátor a následující zesilovač. Oscilátor je se zesilovačem vázán tzv. budicím transformátorem ze staršího tranzistorového přijímače, nejlépe miniaturním. Takové transformátory se používají zejména v zapojení s germaniovými tranzistory a objevují se ještě za malou cenu ve výprodeji. Poměr vinutí není kritický (u prototypu byl poměr primární: sekundární vinutí 4:1).



Obr. 49. Deska s plošnými spoji generátoru

Součástky generátoru jsou umístěny na desce s plošnými spoji podle obr. 49, napájecí napětí vyhovuje od 4,5 do 6 V.

#### Seznam součástek

R1 rezistor 24 k $\Omega$   
 R2 rezistor 5,6 k $\Omega$   
 R3 odporový trimr 0,22 M $\Omega$  (TP 040)  
 C elektrolytický kondenzátor 20  $\mu$ F, 15 V  
 T1, T3, T4 tranzistor n-p-n (KF507 ...)  
 T2 tranzistor p-n-p (KF517 ...)  
 reproduktor 8  $\Omega$   
 Tr vazební transformátor

#### Mírumilovná myši past

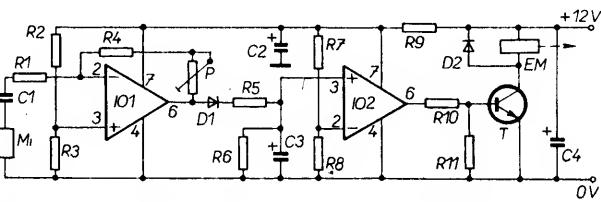
Kdepak myši na táboře! Ale co s nimi, když je s námi oddíl ochránců přírody a jeho členové odsuzují zabíjení myší smrtícími pastičkami. I když však mají pro myši porozumění, nemíní s nimi sdílet společné pro-

story a zásoby potravin. Myši nepatří k vymírajícím druhům a proto jim přece jen musíme dát občas najevo, kdo je jejich pánum. Jenže: kočka na tábor nepatří také.

Bylo již mnoho nápadů, jak myši chytat či zapudit – zde je jedno z možných řešení pro mladé elektroniky.

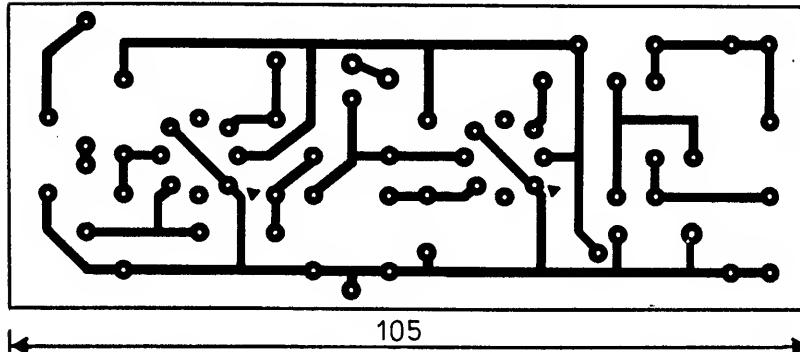
Jistě pochopíte princip pasti: krabička s otevřenými dvířky a v ní kus voňavého syra. Myš, „oslněná“ vidinou sýra, pravděpodobně přehléde (a taky nemá to vzdělání), že dvířka jsou ovládána pružinou, že jsou zajištěna jen permanentním (trvalým) magnetem a také to, že sýr je položen na vestavěný mikrofon.

Elektronika pasti (obr. 50) je jednoduchá: při hliku, způsobeném myší, předá mikrofon slabé signály na integrovaný obvod IO1, který je zesílení (zesílení je řízeno odporovým trimrem P) a po usměrnění se jimi nabíjí elektrolytický kondenzátor C3. Po nabití kon-

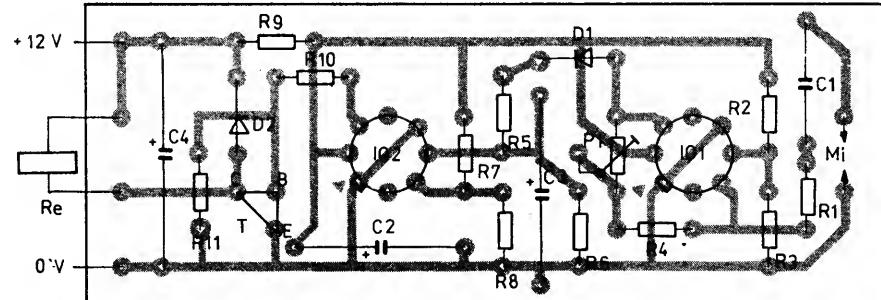


Obr. 50. Schéma zapojení pasti na myš

A717

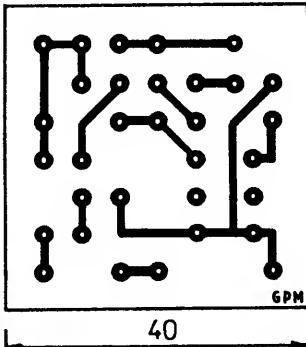


Obr. 51. Možné řešení obrazce plošných spojů pasti



Obr. 52. Osazená deska s plošnými spoji pasti

A718



denzátoru na určité napětí se aktivuje integrovaný obvod IO2 a tranzistor T – elektromagnet se vybudi. Protože je elektromagnet připevněn ke dvířkám tak, že jeho jádro bylo drženo trvalým magnetem (který je umístěn na stěně krabičky), odpudí se nyní shodná magnetická pole obou magnetů a pružina „zabouchne“ myši dvířka.

Použijte krystalový mikrofon nebo vložku, které pevně připevníte ke dnu krabičky. Na mikrofon přilepte malý šroubek, na který volně nasadte tenký kousek plechu tak, aby se nepatrně pod myši pohyboval. Plíšek bude také přidržovat nástrahu. Posouvání

plechu po mikrofonu stačí pro dobré vybuzení integrovaného obvodu IO1.

Obr. 51 představuje jedno z možných řešení obrazce plošných spojů, na obr. 52 je umístění součástek na desce. Tvar desky s plošnými spoji bude samozřejmě volit podle použité krabičky.

Cívka elektromagnetu je na kostře z plastické hmoty (např. cívka na spodní nitě k šicímu stroji) o  $\varnothing$  18 mm, zcela vyplněné drátem o  $\varnothing$  0,1 mm CuL.

Nevím, co potom budou členové oddílu Ochránci přírody s myškami dělat. Proslýchá se, ale určitě je to jen povlak, že letos místo tradiční výpravy pro vlajku sousedního tábora tajně odnesou nachytané myši do kuchyně nepřátelského tábora. Že by chtěli své „protivníky“ tímto způsobem vyhodovět?

#### Seznam součástek

R1	rezistor 1 k $\Omega$
R2, R3, R7	rezistor 47 k $\Omega$
R4	rezistor 0,1 M $\Omega$
R5, R9	rezistor 100 $\Omega$
R6	rezistor 0,22 M $\Omega$
R8	rezistor 68 k $\Omega$
R10	rezistor 4,7 k $\Omega$
R11	rezistor 2,7 k $\Omega$
P	odporový trimr 1 M $\Omega$ (TP 040)
C1	kondenzátor 330 nF
C2, C3	elektrolytický kondenzátor 100 $\mu$ F, 15 V
C4	elektrolytický kondenzátor 200 $\mu$ F, 15 V (220 $\mu$ F)
IO1, IO2	integrovaný obvod MAA741
T	tranzistor n-p-n (KC507, BC547, KF508 . . .)
D1, D2	křemíková dioda (KA207, 1N4148 . . .)
Mi	krystalový mikrofon nebo mikrofonní vložka
EM	elektromagnet 12 V
	tažná pružina

#### Elektronická siréna

Elektronická siréna ve spojení s poplachovým zařízením, o kterém se dočtete v jiném místě této kapitoly, na letní tábor přímo patří. „Srdcem“ následujícího zapojení je integrovaný obvod typu MHB4001 (obr. 53). Na schématu vidíte, že zapojení tónového i taktovacího generátoru jsou shodná. Změnou odporu rezistorů R1 až R4 a změnou kapacit kondenzátorů C1 až C4, připojených k vývodům integrovaného obvodu, můžete kmitočet obou generátorů snižovat či zvyšovat.

Sirénu můžete bez potíží sestavit a doladit i na univerzální desce s plošnými spoji. Obrazec spojů desky, navržené pro zapojení sirény, je na obr. 54. Při pájení součástek a vývodů si možná povšimnete malé změny,

která nemá vliv na funkci a zjednodušila spojový obrazec: na schématu je odporový trimr P připojen k prvnímu výstupu (vývod 3), na desce k výstupu druhého hradla (vývod 4). Provozní napětí sirény je mezi třemi až devíti voltů. Stabilita napájecího napětí má samozřejmě vliv na stabilitu kmitočtu generátoru.

Odporovým trimrem P řídíte hlasitost výstupního signálu. Na výstup připojte sluchátka, popř. nízkofrekvenční zesilovač. Vstup nízkofrekvenčního zesilovače je třeba od sirény stejnosměrně oddělit kondenzátorem s kapacitou asi 0,1  $\mu$ F.

Pro integrovaný obvod CMOS je vždy výhodnější zapájet objímku, abyste jej mohli „ladět“ sirény vyjímat. V žádném případě nezkoušejte měnit tón sirény překládáním různých (zejména elektrolytických) kondenzátorů při chodu sirény – velmi snadno lze tak integrovaný obvod MHB4001 zničit.

#### Seznam součástek

R1, R4	rezistor 3,9 k $\Omega$
R2	rezistor 2,7 k $\Omega$
R3	rezistor 82 k $\Omega$
R5	rezistor 4,7 k $\Omega$
C1, C2	kondenzátor 0,15 $\mu$ F
C3, C5	elektrolytický kondenzátor 20 $\mu$ F (TE 004)
C4	elektrolytický kondenzátor 10 $\mu$ F (TE 005)
C6	kondenzátor 0,1 $\mu$ F
P	odporový trimr 0,1 M $\Omega$ (TP 040)
IO	integrovaný obvod MHB4001
objímka	DIL 14

#### Víceúčelové poplachové zařízení

Elektrotechnik na táboře by měl být „původcem“ táborového vybavení, usnadňujícího táborský pobyt. Nemám na mysli televizory a podobná zařízení, které snad raději nechte doma. Avšak: co kdyby měla noční hlídka na pomoc jednoduché poplachové zařízení, které by dokonale střežilo všechny přístupové cesty a při narušení

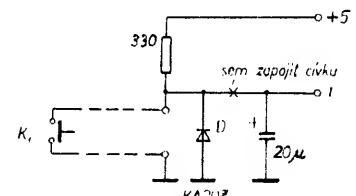
táborového prostoru přímo určilo místo, kudy návštěvník přichází?

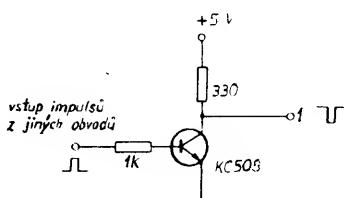
Na obr. 55 je základní zapojení klopného obvodu s jedním vstupem. Na tomto vstupu je v klidovém poloze úroveň log. 1 díky klidovému kontaktu K1. Je-li tento kontakt krátkce rozpojen, přejde vstup díky rezistoru R1 na nulovou úroveň a výstup na úroveň log. 1 – impuls pro zahájení poplachu. Stisknutím tlačítka TI je při uzavřeném kontaktu K1 možno poplach zrušit.

Všechny vstupy hradel NAND musí mít přesně definovanou úroveň (log. 0 nebo log. 1), nezapojené vstupy zavírají poruchy funkce. Proto je např. zapojen rezistor R2.

Zapojení s klidovým kontaktem může pracovat nespolehlivě, je-li přívod ke kontaktu příliš dlouhý. V tom případě přivodní vodiče zkrutejte nebo ještě lépe použijte stíněný kabel.

Kapacitní či indukční rušivé impulsy mohou přivést citlivý vstup klopného obvodu k odpovídající odesvě. Dioda D zabraňuje průchodu negativních signálů v době, kdy má být vstup krátké spojen s nulovou úrovni. Kondenzátor C udržuje úroveň v okamžicích negativního rušivého signálu; jak velké rušivé signály mohou být potlačeny, to závisí na časové konstantě, tj. na odporu rezistoru R1 a kapacitě kondenzátoru C. Změnou odporu rezistoru a kapacitě kondenzátoru můžete libovolně měnit i časovou konstantu obvodu. Rezistor však nezvětšujte nad 330  $\Omega$ , abyste zajistili správnou funkci tlačítka TI. Poplachový signál





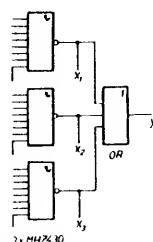
Obr. 57. Ovládání vstupu poplachového zařízení oddělovacím tranzistorem

světelné čidlo, kapacitní spínač apod. Případné rušivé signály lze při tomto zapojení zcela potlačit různými filtry.

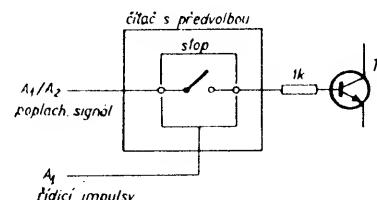
Rozsah činnosti je již jasný a proto se věnujte úplnému zapojení vyzkoušeného přístroje na obr. 58. Jako hlavní součást je použito hradlo NAND MH7430 s osmi vstupy, z nichž sedm lze použít ke střežení různých míst. Celý přístroj obsahuje ještě jeden integrovaný obvod typu MH7400 a jeden MH7404. Vstupy 1 až 4 obvodu MH7430 jsou spojeny s klidovými (rozpinacími) kontakty, zbyvající tři jsou k dispozici pro další možná zapojení různých čidél a jsou-li nevyužity, jsou spojeny s kladným pólem zdroje. Svítivé diody LED1 až LED4 svítí při přerušení příslušného kontaktu K1 až K4, dioda LED5 svítí, je-li přístroj připraven k provozu. Impulsní generátor je zapojen ze dvou hradel NAND a dvou invertorů a dává při poplachu pravoúhlé impulsy, jejichž kmitočet můžete nastavit v rozmezí 1 až 10 Hz. Tyto impulsy se přivádějí na svítivou diodu LED6, která upozorňuje blikáním na poplachový stav. Na výstupu obvodu MH7430 je však v tomto případě trvalý stav s úrovní log. 1 pro další zpracování (úrovně klopného obvodu lze snímat z bodů 9 a 10 přímo obvody TTL).

Na kontakty relé Re lze připojit libovolné poplachové přístroje. Při prepnutí prepínače Př do polohy A1 bude relé spínat souhlasně s impulsy generátoru a může přerušovaně spínat zvonek či varovné světlo. V poloze A2 zůstává relé při poplachu trvale sepnuto a může uvádět do provozu např. zesilovač a magnetofon s nahrávkou varovného textu, voláním o pomoc atd. anebo třeba elektronickou sirénu.

Samostatný napáječ pro poplachové zařízení může být zkonstruován např. s monolitickým stabilizátorem napětí 5 V (např. MA7805) z baterie nebo akumulátoru 12 V. Při napětí 5 V odebírá přístroj necelých 100 mA, tj. má příkon 1,2 W. To snadno „zvládne“ i malý akumulátor. Integrované



Obr. 59. Rozšíření přístroje pro 21 vstup



Obr. 60. Princip samočinného zrušení poplachu čítačem s předvolbou

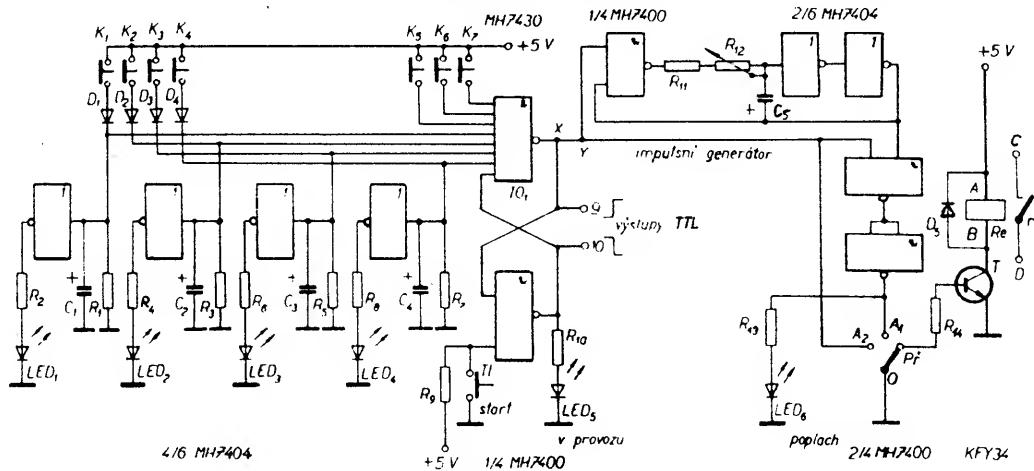
40  $\Omega$  – musí spínat při 5 V. Civka relé je na desce s plošnými spoji (zapojení součástek na obr. 62) připojena do bodů A a B, kontakty relé na body C a D.

Bočnice krabičky jsou zhotoveny z kousků Kuprexitu, které jsou připájeny přímo na obvodovou „linku“ desky s plošnými spoji – pozor: je na ní kladný pól zdroje. Na jedné stěně jsou izolované umístěny svorky pro klidové kontakty, dvě další pro připojení vnějšího přístroje (sirény, klaksonu . . .) na kontakty relé.

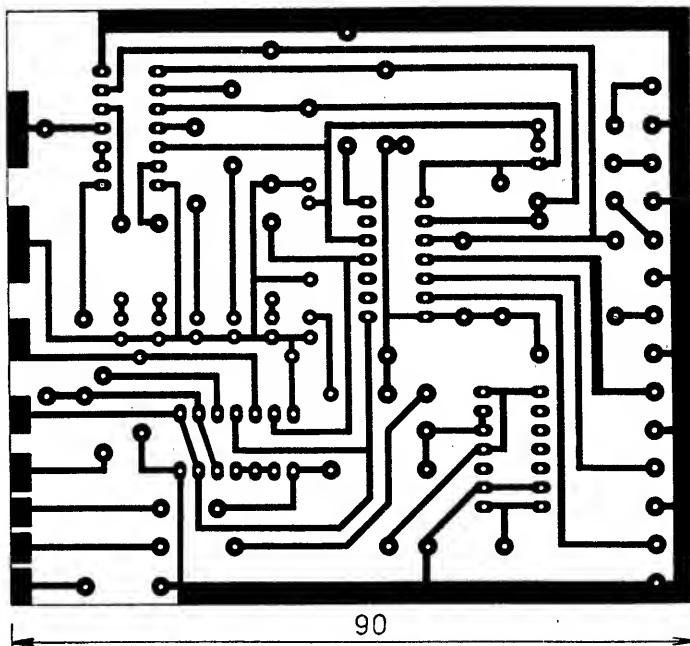
Ovládací prvky jsou umístěny na boční stěně, kterou tvoří deska s plošnými spoji na obr. 63. Výstupní pájecí plošky jsou shodné s vývody na nosné desce, takže je stačí propájet. Pro svítivé diody, pokud je použíte, je vyvráceno šest dírek ve víku krabičky. Poplachové zařízení bude ovšem pracovat uvedeným způsobem i tehdy, jestliže svítivé diody vynecháte, slouží pouze k indikaci stavů a samozřejmě usnadňují posouzení situace.

## Seznam součástek

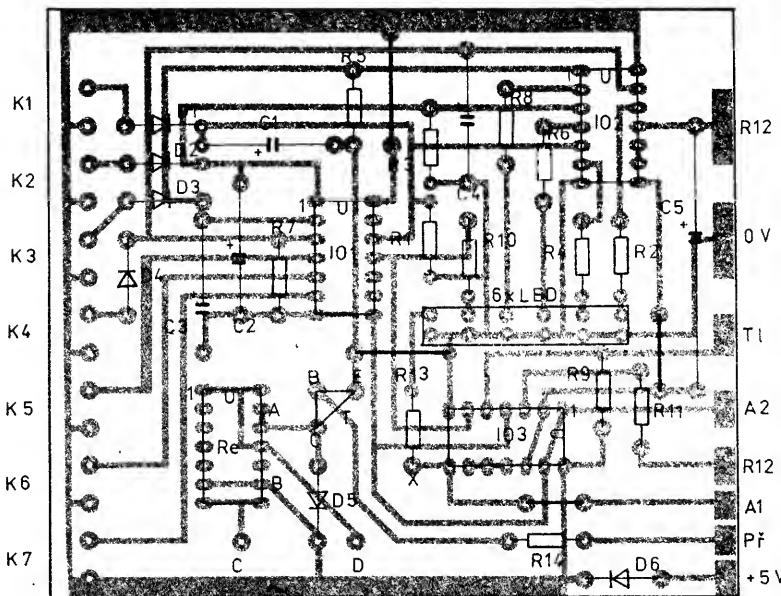
R1 až R10, R13	rezistor 330 $\Omega$
R11	rezistor 100 $\Omega$
R12	potenciometr 1 k $\Omega$ /N (TP 052c)
R14	rezistor 1 k $\Omega$
C1 až C4	elektrolytický kondenzátor 20 $\mu$ F (TE 984)
C5	elektrolytický kondenzátor 200 $\mu$ F (TE 984)
D1 až D4	křemíková dioda (KA261 . . .)
D5	křemíková dioda (KA207 . . .)
D6	křemíková dioda (KY130/80 . . .)
LED1 až	
LED6	svítivá dioda (LQ100 . . .)
T	tranzistor n-p-n (KFY34, KF506, KF508 . . .)
IO1	integrovaný obvod MH7430
IO2	integrovaný obvod MH7404
IO3	integrovaný obvod MH74400
Re	relé 5 V, 40 $\Omega$ (příp. jiné), v prototypu použit integrovaný typ ZS 190 001



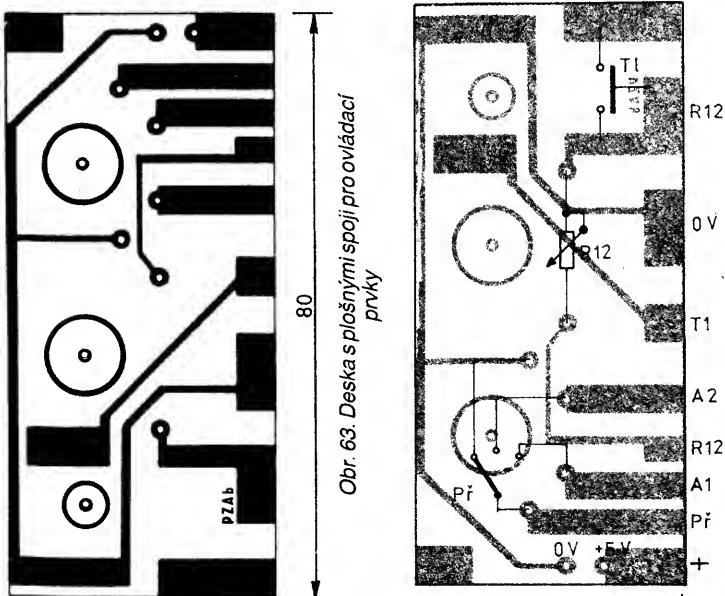
Obr. 58. Poplachové zařízení se sedmi vstupy



Obr. 61. Deska s plošnými spoji poplachového zařízení



Obr. 62. Osazená deska s plošnými spoji



Obr. 63. Deska s plošnými spoji pro ovládání pravky

A720

Tl  
Př  
K1 až K4  
spínací tlačítko  
jednopólový třípolohový přepínač  
(WK 533 00 . . .)  
klidové kontakty (rozpínací)  
tři objímky DIL 14

### Kapacitní sonda

Sonda umožňuje sepnout indikaci – např. ve spojení s poplachovým zařízením – v okamžiku, kdy je rovnovážný stav porušen vnější přídavnou kapacitou.

Obvod s tranzistorem T1 (obr. 64) generuje kmity asi 600 kHz, které jsou přenášeny do vinutí L3 a L4 vazební cívky. Pokud jsou kapacity C3 a C4 vyváženy, je na kondenzátoru C5 nulové napětí a tranzistor T2 nemá na bázi žádný signál. Kondenzátor C<sub>x</sub> je vytvořen např. dvěma hliníkovými fóliemi, nalepenými poblíž sebe na sklo okna apod. Jejich vzájemná poloha a vzdálenost určují kapacitu, kterou lze využít kapacitním trimrem C3 tak, že je napětí na C5 nulové.

Jakmile se k hliníkovým polepům někdo či nějaký předmět přiblíží, změní se kapacita obvodu a bázi tranzistoru T2 počne procházet proud. Při změně kapacity asi o 1 pF se totiž změní napětí na bázi zhruba o 0,5 V.

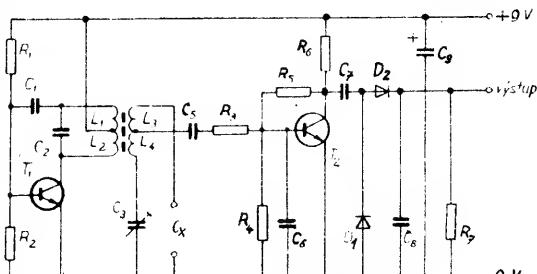
Po osazení desky s plošnými spoji podle obr. 65 připojte do bodů, označených C<sub>x</sub> střínný kablík, spojený s polepy – čidlem sondy. Mezi výstupní bod a nulu zdroje připojte voltmetr. Otáčením kapacitního trimru C3 nastavte napětí na výstupu na minimum. Odpojte voltmetr a místo něho připojte relé – ne však přímo, ale s příslušným stejnosměrným zesilovačem (můžete použít např. zapojení z námetu Světelné čidlo, u něhož místo fotonky zapojíte rezistor 470 až 560 Ω; na bázi tranzistoru KC147 připojte výstup sondy). Odporovým trimrem světelného čidla nastavte citlivost spínače.

Kapacitní sondu můžete propojit s přístrojem Poplachové zařízení při využití relé z námetu Světelné čidlo (relé má přepínací kontakt) dvojím způsobem:

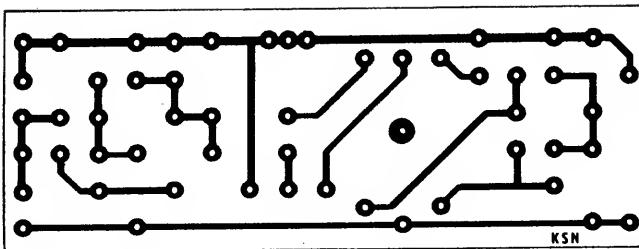
1. Využít obvod kapacitní sondy tak, aby relé nebylo sepnuto, má-li čidlo vstupní kapacitu, určenou např. hlídaným předmětem. Na sklo, které má zespoď nalepeny dva oddělené polepy hliníkové fólie, postavíte hlídaný předmět – např. vzácný táborový výrobek. Jakmile někdo předmětem pohně nebo jej z podložky sejmě, zmenší se vstupní kapacita čidla a relé sepně. Jeho rozpínací kontakt uvede do provozu příslušný vstup poplachového zařízení, které je v činnosti i tehdy, jestliže „narušitel“ rychle předmět vrátí na místo. Obvod se rozladi samozřejmě již přiblížením ruky, takže je dost obtížné nahradit nenápadně původní výrobek jiným předmětem stejně velikosti.

2. Využít kapacitní sondy tehdy, není-li poblíž čidla žádný předmět. Připojené relé

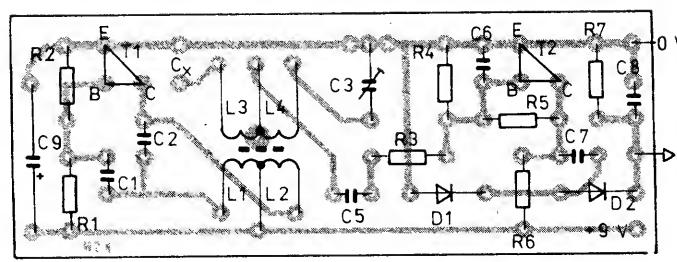
A721



Obr. 64. Schéma kapacitní sondy



85



Obr. 65. Deska s plošnými spoji sondy

A722

pak reaguje na každou změnu kapacity čidla. Zařízení nemá v tomto případě velkou citlivost; nezaznamená tedy přítomnost osoby na větší vzdálenost.

Zapojite-li místo poplachového zařízení na spínací kontakt relé počítadlo, můžete sčítat impulsy. Lze také ovládat osvětlení vystaveného předmětu – půložením ruky k určenému místu, pod nímž jsou umístěny polepy, rozsvítíte žárovku, osvětlující předmět. Na výrobek se proto zbytečně nesvítí, není-li to zapotřebí.

### Seznam součástek

R1	rezistor 0,1 M $\Omega$
R2	rezistor 6,8 k $\Omega$
R3, R7	rezistor 8,2 k $\Omega$
R4	rezistor 12 k $\Omega$
R5	rezistor 68 k $\Omega$
R6	rezistor 2,2 k $\Omega$
C1	keramický kondenzátor 220 pF
C2, C5	keramický kondenzátor 1 nF
až C8	kapacitní trim 3 až 20 pF (WN 704 24 ...)
C3	elektrolytický kondenzátor 10 $\mu$ F (TE 984) drátu o $\varnothing$ 0,3 mm
L1	7 závitů CuL na kostřičce
L2	10 závitů v hrnčíkovém jádru
L3	8 závitů H22 o průměru
L4	8 závitů 18 mm (ferit)
D1	germaniová dioda (GA201 ...)
T1, T2	tranzistor n-p-n (KC508 ...)

## V. Úspěšné konstrukce

Náměty z rubriky R 15 byly přijímány různě. Po některých téměř ani „pes neštěk!“, jiné získaly přízeň až nečekanou. Největší úspěch měly čtyři následující konstrukce: kapesní přijímač pro VKV (tento námět zlákal nejvíce čtenářů ke stavbě přístroje), zvonek s informační tabulí (stříbrná medaile na výstavě JIII v Japonsku), vánoční hvězda (zde nastala „aféra“ – zájemci jen velmi obtížně sháněli tehdy nedostatkové obvody CMOS typu 4060) a Rubikova kostka (hlavní cena JIII v Tokyu roku 1991). Poslední dva z těchto úspěšných návodů následují v této kapitole.

### Rubikova kostka

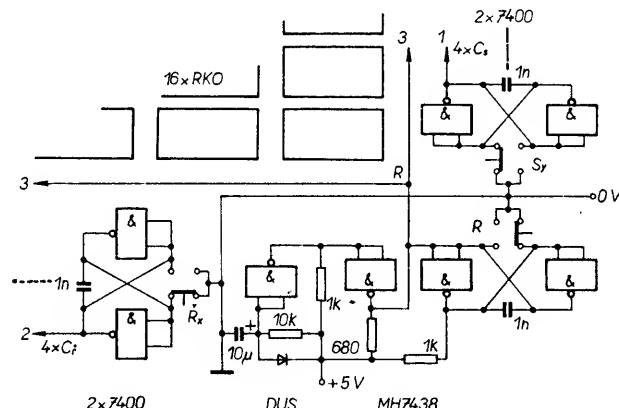
Tento námět je vhodný spíše pro kolektiv, pro několik členů elektrotechnického kroužku, protože jednotlivcům by si jej sám pro sebe asi nepostavil. Proto zde najdete elektrické zapojení a několik podrobností, abyste si konečnou úpravu přístroje mohli navrhnout sami.

Na základním panelu je umístěno zvolené množství modulů RKO (např. 4 × 4, jak tomu bylo u prototypu, ale může jich být jen

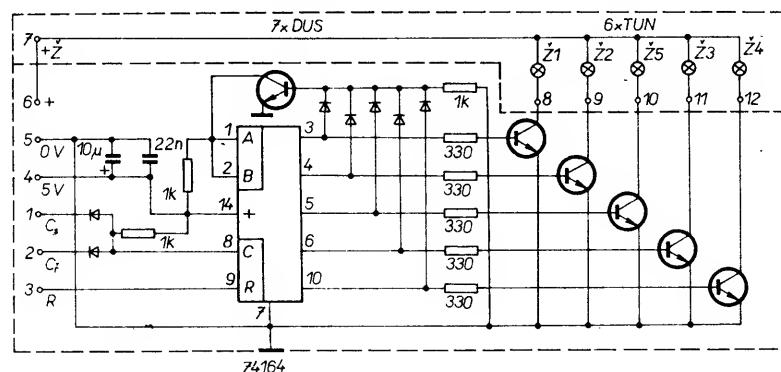
pořadí barev žárovek). Tak lze barevné pole rozrůznit a potom, ovšem mnohem obtížněji, opět srovnat do žádaného obrazce či do výchozí polohy.

U prototypu byl základní panel zhotoven z kuprextitu. Na místech modulů je připájeno po šesti miniaturních zdířkách, do kterých se moduly zasouvají. Tento systém umožňuje rychlou výměnu při závadě, proto je dobré mít navíc jeden – dva oživené moduly v zásobě. Zdířkami se přivádějí impulsy z klopných obvodů pro řady (vývod 2), sloupce (1) a nastavení (3), napětí +5 V (4) a další napětí podle žárovek (6), zdířka 5 je nula zdroje. Na modulu RKO je pak dalších šest zdířek (označených 7 až 12) pro zasunutí stejně velké desky se žárovkami. Modul RKO a deska se žárovkami jsou tedy vždy sestaveny „nad sebe“ a společně zasunuty do příslušných zdířek na základní panelu.

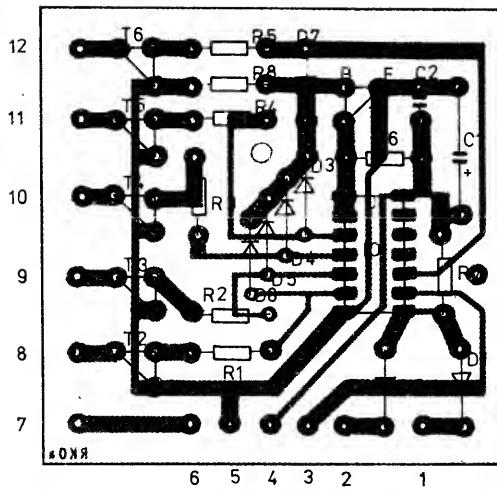
Z objímek E 10 pro žárovky jsou použity pouze výlisky závitu a ty jsou k desce připevněny s použitím izolačních podložek a šroubků s maticemi M3. Do nich jsou zašroubovány žárovky, obarvené barvou na sklo nebo textil. U prototypu bylo použito pořadí barev červená – žlutá – zelená – bílá (bezbarvá) – modrá. Pro šestou polohu (černou barvu) žárovku nepotřebujete. Světla



Obr. 66. Schéma zapojení obvodů na základním panelu s obvodem k ošetření zámků tlačítek a obvodem nastavení

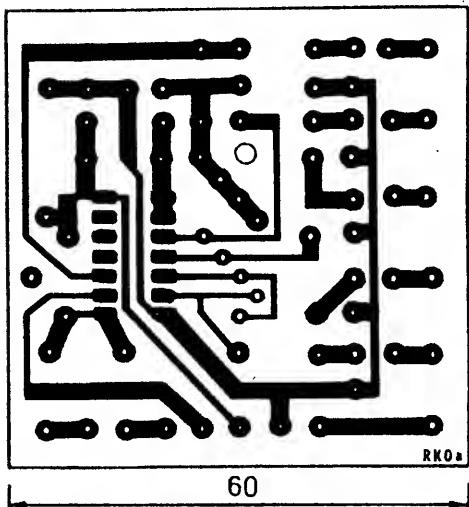


Obr. 67. Schéma modulu RKO



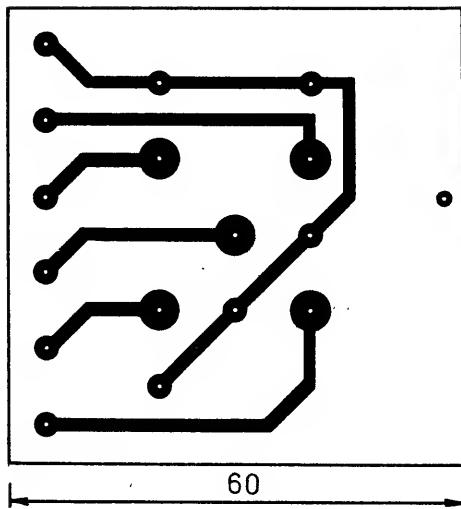
A724

Obr. 68. Obrazec spojů na desce s plošnými spoji pro modul RKO

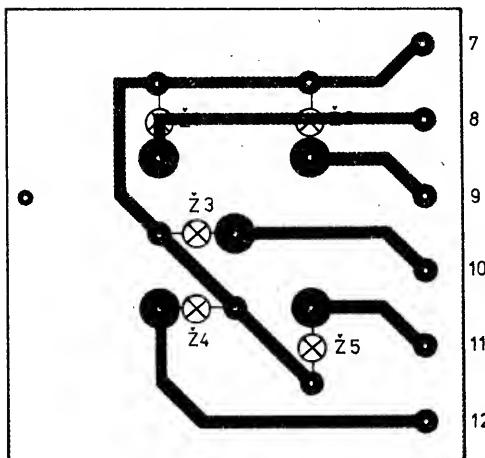


A723

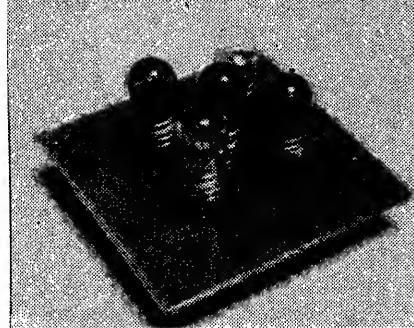
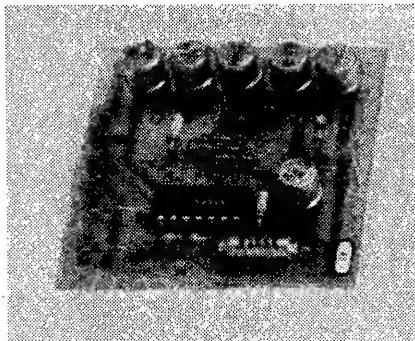
Obr. 69. Deska s plošnými spoji žárovek



7  
8  
9  
10  
11  
12



7  
8  
9  
10  
11  
12



Na obr. 68 je obrazec desky s plošnými spoji a jeho osazení součástkami pro modul RKO na obr. 69 pro desku žárovek.

#### Seznam součástek pro jeden modul RKO

- R1 až R5 rezistor 330  $\Omega$
- R6 až R8 rezistor 1 k $\Omega$
- C1 elektrolytický kondenzátor 10  $\mu$ F, 6 V
- C2 keramický kondenzátor 22 nF
- D1 až D7 křemíková dioda (KA206 . . .)
- T1 až T6 tranzistor n-p-n
- IO integrovaný obvod MH74164
- $\checkmark$  1 až  $\checkmark$  5 žárovka (viz text)
- pět objímek žárovky E 10
- dvanáct miniaturních zdírek

#### Seznam součástek pro obvod nastavení

- R1 rezistor 10 k $\Omega$
- R2, R4 rezistor 1 k $\Omega$
- R3 rezistor 680  $\Omega$
- C1 elektrolytický kondenzátor 10  $\mu$ F
- C2 keramický kondenzátor 1 nF
- D křemíková dioda
- IO1 integrovaný obvod MH7438
- R přepínač tlačítka nastavení

#### Seznam součástek pro jeden klopny obvod

- C keramický kondenzátor 1 nF
- IO2 integrovaný obvod MH7400 (půl pouzdra)
- R, S přepínač tlačítka řady nebo sloupců

► žárovek je třeba odstínit, proto jsou mezi moduly umístěny přepážky – např. mřížka z kuprextitu, vysoká podle výšky sestavených modulů, i se žárovkami. Zepředu je na mřížku upevněno matové organické sklo. Spínací tranzistory jsou zvoleny podle použitých žárovek – u prototypu to byly žárovky 6 V/0,1 A, zdroj musí v tomto případě dodávat při šestnácti modulech proud alespoň 2 A.

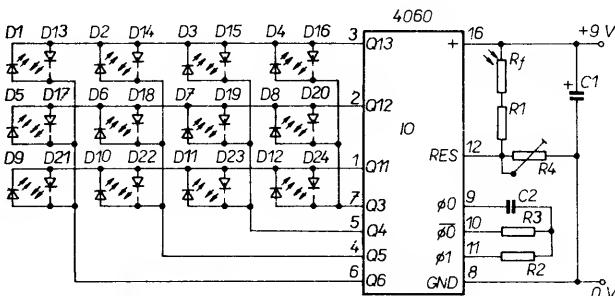
Počet klopnych obvodů pro potlačení zámků tlačítek závisí na počtu řad a sloupců – v našem případě zastaly tuto funkci čtyři pouzdra MH7400 a pro klopny obvod nastavení jeden integrovaný obvod MH7438 (čtverice hradel NAND s otevřeným kolektrovým výstupem). Tlačítka klopnych obvodů jsou umístěna vpravo od řad a pod sloupcí modulů, tlačítka nastavení v pravém spodním rohu čelního panelu přístroje.

#### Vánoční hvězda

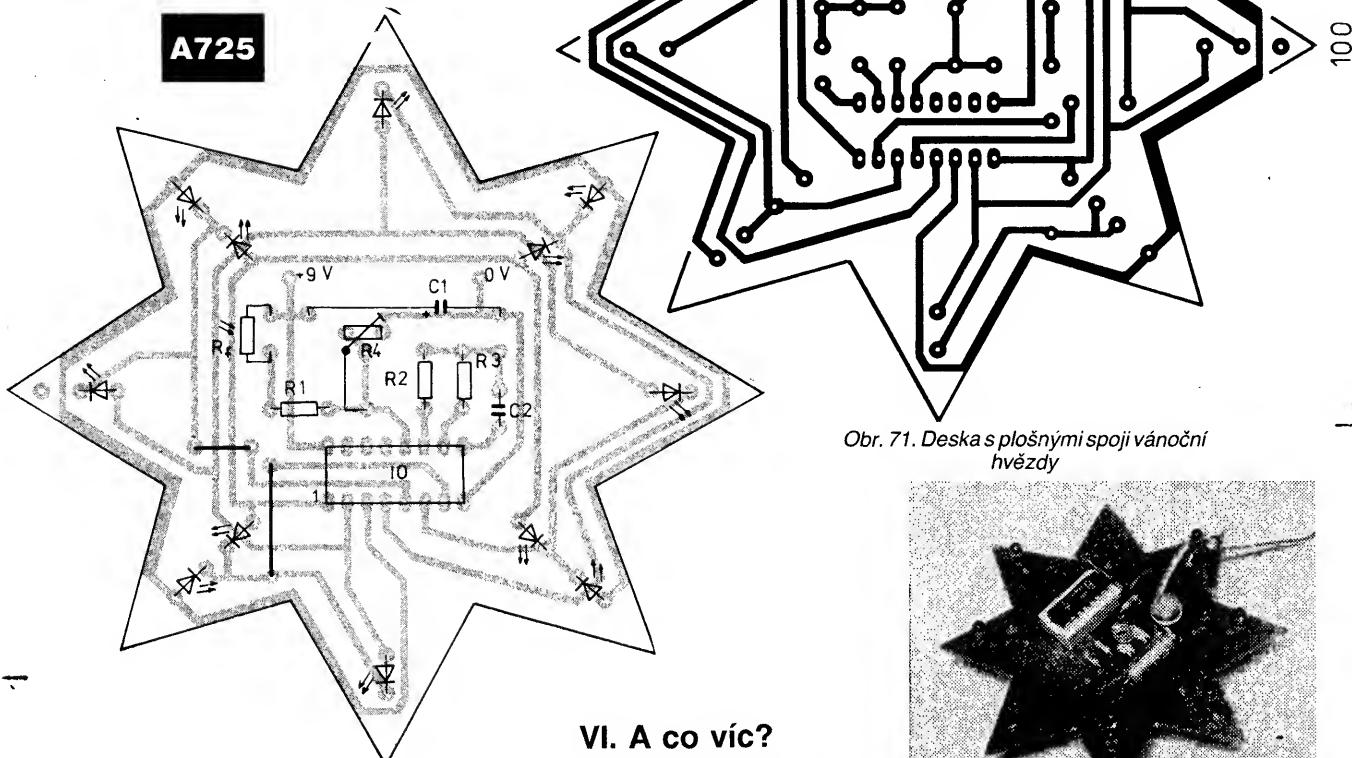
Nenáročnou konstrukci blikající hvězdy si můžete pro vánoční pohodu sestavit podle následujícího návodu i vy.

Jednoduchost elektronického řešení (obr. 70), které oživí vás vánoční stromek nebo okno, je umožněna zapojením čtrnáctistupňového binárního čítače CD4060, jehož výstupy řídí sestavu svítivých diod. Po setmění nebo zhasnutí světla v místnosti přejde vstup RESET přes odporový dělič R1, foto-rezistor R, a odporový trimr R4 na úroveň log. 0. Oscilátor, realizovaný uvnitř integrovaného obvodu, dává spolu s kondenzátorem C2 a rezistory R2 a R3 impulsy. V jejich rytmu blikají svítivé diody D1 až D12 zdánlivě nepravidelně, ale zato velmi působivě.

Chcete-li hvězdu zavěsit do okna a současně také vidět její blikání, připájajejte ze strany plošných spojů další svítivé diody D13 až D24 antiparalelně k těm prvním.



Obr. 70. Schéma zapojení vánoční hvězdy



Obr. 71. Deska s plošnými spoji vánoční hvězdy

Taktovací rytmus můžete nastavit změnou rezistoru R3. Odpor rezistoru R2 by však měl být vždy asi desetkrát větší než odpor rezistoru R3. Citlivost vstupu **RESET** nastavíte odpovědným trimrem R4 tak, aby hvězda začala blikat ve vhodné chvíli při střímkání.

Po sestavení (obr. 71) můžete hvězdu přestříkat nevodivým lakem nebo polepit (samozejmě kromě svítivých diod) zdobným papírem. Na rubovou stranu hvězdy připevněte devítivoltovou destičkovou baterii a pak hvězdu zavěste na zvolené místo.

Integrovaný obvod 4060 se k nám dováží, dostanete jej např. pod označením MMC4060E. Na pozicích D1 až D24 byly nejvhodnější svítivé diody o  $\varnothing$  3 mm s malým proudem, diody o  $\varnothing$  4 mm můžete ovšem použít také.

## VI. A co víc?

Kdepak, to je všechno. Dohodli jsme si s redakcí jen omezený počet stránek pro vybrané konstrukce rubriky R 15 – další část této ročenky bude naopak věnován novým nápadům.

Ale snad se nám podaří propašovat ještě jeden nářet: integrovaný středovlnný přijímač. Byl sice v jiné úpravě v rubrice R 15 uveřejněn (to bylo s logikou TTL), pro naše výroční vzpomínání jsme však tuž konstrukci upravili, na letním soustředění v Mladocích ověřili a dle ho na závěr máte

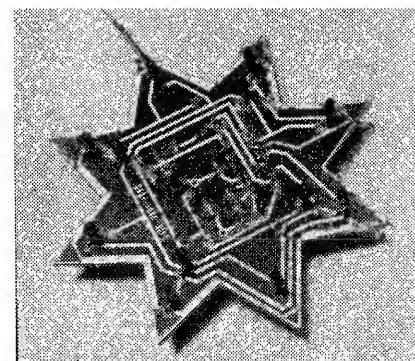
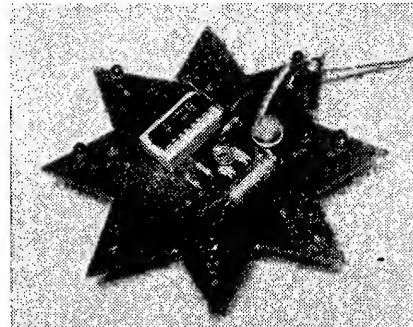
ve členů a zde ho na závěr mat.

Otázka „a co víc?“ už pak bude platit v následujícím (dvacetiletém?) období článků pro nejmladší v Amatérském radio.

### Integrovaný středovlnný přijímač

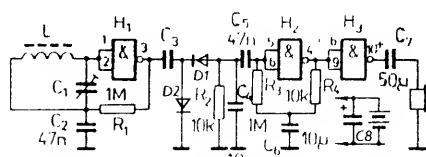
Neobvyklé zapojení středovlnného přijímače, využívajícího pro svoji činnost logické obvody, je na obr. 72. Jedná se spíše o hříčku, která vás uspokojí plně jen tehdy, bude-li přijímat silný místní vysílač.

Pro vysokofrekvenční i nízkofrekvenční část přijímače jsou použita hradla CMOS integrovaného obvodu MHB4011. Rezonanční obvod je sestaven z vinutí L (100 až 150 závitů izolovaného drátu o  $\varnothing$  0,2 mm na feritové tyčce  $80 \times 16 \times 6$  mm) a ladícího kondenzátoru C1. Tyto součástky byly použity v prototypu, ale rezonanční obvod může být sestaví i z obdobných součástek. Počet závitů cívky L a kapacitu kondenzátoru C1 volte podle přijímaného kmitočtu středovlny.

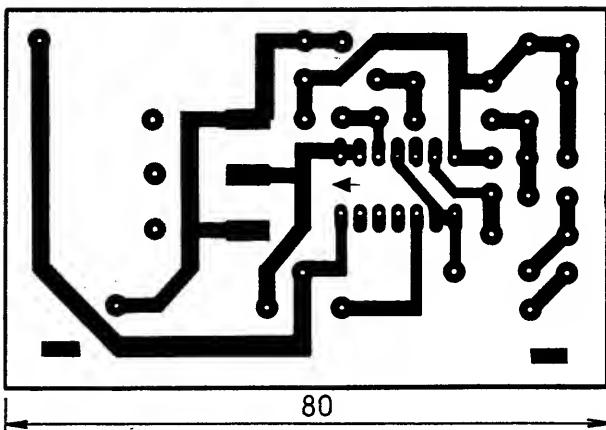


né stanice, tvar feritové tyčky podle svých možností.

Hradlo H1 pracuje jako vysokofrekvenční zesilovač, jehož pracovní bod je nastaven rezistorem R1. Kondenzátor C2 slouží jako svod vysokofrekvenčního signálu. Nízkovo



Obr. 72. Jednoduchý přijímač z hradel CMOS



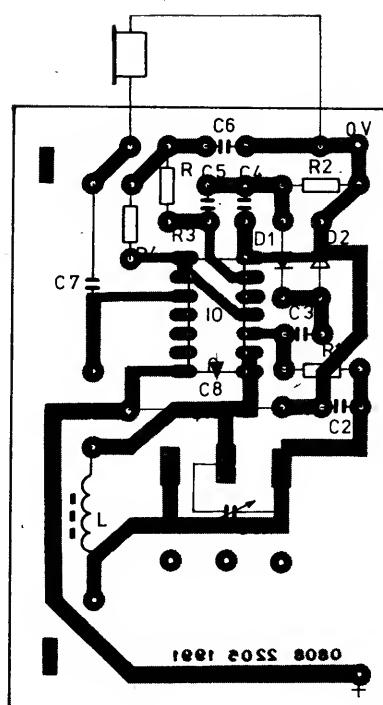
Obr. 73. Deska s plošnými spoji přijímače

A726

Seznam součástek

objímka DIL 14  
držák feritové antény

R1, R3	rezistor 1 MΩ
R2, R4	rezistor 10 kΩ
C1	ladící kondenzátor (např. typ WN 70407, 150 + 64 pF)
C2, C5	keramický kondenzátor 47 nF
C3	keramický kondenzátor 100 nF
C4	keramický kondenzátor 10 nF
C6, C8	elektrolytický kondenzátor 10 µF, 15 V
C7	elektrolytický kondenzátor 50 µF, 15 V
L	cívka na feritové tyčce (viz text)
D1, D2	germaniová dioda



Obr. 74.

IO integrovaný obvod CMOS  
MHB4011 (K176LA7, K561LA7)

## Otáčející se výstražné světlo

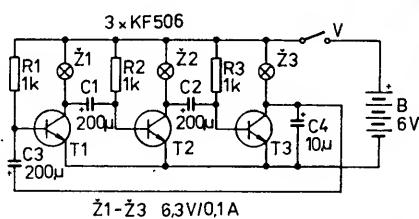
ing. Miroslav Arendáš

Otáčející se světlo, jak je vídáme na sanitách či policejních vozech, lze velmi jednoduše udělat jako jednoduchý doplněk k mnohem, hračkám nebo prostě jen tak.

Zdánlivé otáčení světla u popisovaného zařízení není jako ve skutečnosti pomocí rotující clonky, ale jde o elektronický trik. Princip je patrný z elektrického schématu na obr. 1 a z desky s plošnými spoji (obr. 2), z rozložení součástek do kruhu. Celé zapojení je jednoduchá varianta astabilního multivibrátoru se třemi tranzistorovými stupni. V každém časovém okamžiku jsou vždy dva tranzistory otevřeny a jeden je zcela zavřený. Protože každý z tranzistorů má v kolektoru žárovku, tak také v každém časovém okamžiku dvě žárovíčky svítí a jedna je zhasnutá. Popsaný stav se periodicky mění. Žárovky se zhasínají a rozsvěcují s časovou periodou danou dobou, za kterou se nabije kondenzátor mezi kolektorem a bází druhou následujících tranzistorů, přes příslušný rezistor R. Součinitel R1C1, R2C2 a R3C3 se nazývá časová konstanta obvodu. Když bychom chtěli periodu zhasínání a rozsvěcení žárovek prodloužit, musíme zvětšit hodnoty těchto součástek.

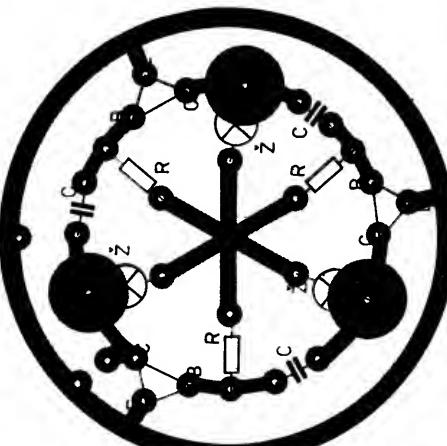
Jelikož jsou žárovky na desce s plošnými spoji rozmištěny na kružnici, je výsledným světelním efektem rotační pohyb světla, stejný, jako by se maják otáčel, nebo jako by se v majáku otáčela stínici clona. Celá konstrukce majáku je dáná uspořádáním součástek na desce s plošnými spoji kruhového průměru (60 mm) z běžného laminátu. Žárovky na desku nepájíme přímo, i když by to

bylo samozřejmě nejjednodušší. Raděj na ni připevníme objímky, aby se případně přepálená žárovíčka dala dobře vyměnit. Největší tři body jsou určeny pro tyto objímky. Plošné spoje vytvářejí jakousi růžici, kde

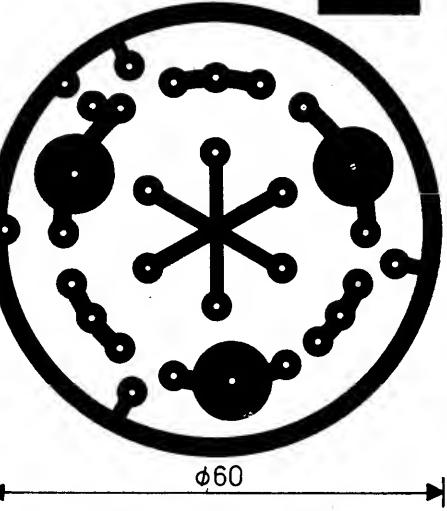


Obr. 1. Zapojení otáčejícího se výstražného světla

kružnice na obvodu je spojena se záporným pólem napájecí baterie. Střed růžice tvoří šesticepátek hvězda. Je připojená přes vypínač V na kladný pól napájecí baterie. Baterie o napětí 6 V je sestavena ze čtyř monočlánků nebo čtyř tužkových baterií. Odběr proudu je dán spotřebou žárovíček a je v rozmezí 200 až 220 mA. Na desce plošného spoje jsou dále tři spínací tranzistory T1 až T3. Kromě použitého KF506 lze využít jakýkoliv nízkofrekvenční nebo spínací tranzistor, pokud má  $h_{21e}$  větší než 20 a přípustný kolektový proud větší než 100 mA. Každý z tranzistorů má mezi bází a plusem napájecího zdroje rezistor s odporem 1 kΩ. Kolektoru září každého tranzistoru je příslušná žárovíčka s odběrem 100 mA. Z kolektoru na



A727



Obr. 2. Deska s plošnými spoji a rozložením součástek

bázi následujícího tranzistoru je připojen vazební elektrolytický kondenzátor o kapacitě 200  $\mu$ F. Nesymetricky zapojený elektrolytický kondenzátor C4 zapojený v kolektoru T3 má rozběhovou funkci. Majáček musí mít ovšem i vhodný skleněný nebo umělohmotný kryt, třeba jen z běžné skleničky, která má uvnitř celofán příslušné barvy. Vnitřní prostor majáku musí být rozdělen třemi přepážkami, aby se docílilo rotujícího efektu.

Pro menší autička, u kterých vystačíme se slabší svítivostí výstražného světla, lze použít tranzistory typu KC507 až 9 v zapojení s diodami LED. Pro napájení pak postačí jedna plochá baterie. Odběr proudu se tak podstatně sníží a baterie vydrží dlouhou dobu.

Chceme-li si zapojit místo rotujícího světla „běžícího“ světelného hada, čili více světel za sebou, pak stačí, když obvod C1, R2, T2 a ž2 opakujeme tolikrát, o kolik více „běžících“ světel chceme mít. Protože však všechny žárovky (LED) svítí téměř trvale a postupně jen krátce pohasinají, zvětšuje se jejich počet i proud odebíraný z baterie. Tím je i omezena délka tohoto světelného hada.

## Stavebnice radioamatérských zařízení ve světě

Řada firem v Evropě produkuje zajímavé stavebnice s uplatněním mezi radioamatéry. Přinášíme adresy a podrobné informace o nich, poněvadž dnes si mohou i naši radioamatéři některé z jejich výrobků objednat. Daleko největší výběr bychom našli v zámoří – např. v Austrálii, odkud by ovšem poštovné převyšovalo cenu požadované stavebnice.

U našich nejbližších sousedů v NSR je o stavebnice bída přesto, že se DARC již delší dobu snaží povzbudit zájem u konstruktérů i prodejců. Elektronických stavebnic tam sice najdeme dost, ale s radioamatérským vysíláním či příjemem na amatérských pásmech nemají nic společného. Obdobně je tomu i v Rakousku, kde navíc přistupuje po nás nevýhodná vyšší cena. Ovšem překvapení nejsou vyloučena a vítěli o něčem, podělte se o zkušenosť! Na adresu C & A Electronic O.E., P.O.Box 25070, Athens 10026 Greece si můžete objednat:

výrobek č. popis  
614 šestikanálový fm přijímač VKV;  
615 konvertor pro pásmo 6 m;  
616 konvertor pro pásmo 2 m;  
619A 3W VKV vysílač; v kombinaci s č. 614 je možné sestřít malý transceiver;  
630 zesilovač 140–170 MHz 2/20 W;  
663 2 m kmitočtový syntetizér pro kanály s odstupem 25 kHz a odskokem 600 kHz pro převáděče.

a další asi 150 stavebnic z elektroniky. Za 2 \$ zašle firma úplný ilustrovaný katalog formátu A4 s cenami jednotlivých výrobků.

C.M.Howes, Eydon, Daventry, Northants, NN11 6PT England nabízí cenově i pro nás velmi přístupné stavebnice:

DcRy20 jednopásmový přijímač CW/SSB 15,30 £ (totéž s příslušným číslem i pro pásmo 40, 80 a 160 m).  
CTX 40 40 m telegrafní vysílač 13,40 £ (totéž i pro 80 m)  
MTX 20 20 m vysílač 10 W 21,90 £  
CVF 20 VFO pro vysílač 9,90 £ (totéž i pro 40, 20 m)

## Firma ELEKTROSONIC Plzeň nabízí radioamatérům nedostatkové zboží

<i>Plastový knoflík kulatý na tlač. ISOSTAT</i>	<i>1,70 Kčs/1 ks</i>
<i>Plastový knoflík na potenc. otočný Ø 4 mm</i>	<i>3,- Kčs/1 ks</i>
<i>Plastový knoflík na potenc. otočný Ø 6 mm</i>	<i>3,- Kčs/1 ks</i>
<i>Plastový knoflík na potenc. tahový</i>	<i>3,- Kčs/1 ks</i>
<i>Plastový roh ochranný (na reproboxy ap.)</i>	<i>3,- Kčs/1 ks</i>
<i>Plastová krabička SONDA</i>	<i>29,40 Kčs/1 ks</i>
<i>Plastová krabička MONTÁŽNÍ 75 × 125 × 50 mm</i>	<i>39,- Kčs/1 ks</i>
<i>Plastová krabička FAVORIT 110 × 115 × 40 mm</i>	<i>49,50 Kčs/1 ks</i>
<i>Měřicí hrot pro elektroniku</i>	<i>21,- Kčs/1 ks</i>

*Všechny výrobky jsou v 9 až 10 pastelových barvách. Všechny objednávky vyřizujeme do 14 dnů. Prodejcům s registrací poskytujeme slevy. Využijte naši zásilkové služby!*

**TATO NAŠE NABÍDKA PLATÍ STÁLE!!!**  
**ELEKTROSONIC, Železniciářská 59, 312 00 PLZEŇ-Doubravka**  
**telefon: 019/669 69**

## ZX-Spectrum

Již Vás omrzelo pouze si s počítačem hrát ?  
Chcete jej využít prospěšně ?  
Chcete aby Vám vydělával peníze ?  
Pak je tady šance právě pro Vás !

### Emulátor jednočipových mikropočítačů 8048

Za cenu pouhých 2500,- Kčs se stane z Vašeho ZX-Spectra profesionální nástroj. V ceně je zahrnut HW, SW a příručka pro uživatele. Komfortní ovládací software obsahuje zabudovaný rádkový překladač i zpětný překladač instrukcí 8035/8048. Emulátor je vybaven sériovým rozhraním RS-232C, které umožní Vašemu ZX-Spectru komunikaci s jinými počítači. Kemulátoru je možno dodat také simulátor EPROM

Falcon Software  
P.O. Box 8  
751 24 PŘEROV

Tel. : 0641-543 876  
Fax : 0641-52662,52745

NC 220	transverzor 2m/ KV 10 W	??
TRF 3	krátkovlnný rozhlasový přijímač	14,50 £
SWB 30	„PSV metr“ a měřic výkonu	11,90 £
	160–2 m	
AP 3	automatický speech processor	15,90 £
XM1	krystalový kalibrátor	16,80 £
	konverzory 6 m/20 m, 2 m/20 m	17,50 £

nabízí pod katalogovým číslem H563T firma MAPLIN Electronics, P.O. Box 3, Rayleigh, Essex, SS6 8LR, England.

A jak je tomu s anténami? Firma Antennas West nabízí zajímavou anténu TNT (The no tune Windom) pro výkon do 300 W včetně asi 30 m souosého svodu RG8X. Vlastní záříč má délku asi 40 m a výrobce uvádí „příznivý“ ČSV pro zařízení osazená polovodiči na všech pásmech 80, 40, 20, 17, 15, 12 a 10 m, takže není třeba anténní přizpůsobovací člen. Cena 90 \$ + 7 \$ poštovné, pokud si anténu objedná někdo z USA; pro nás by bylo poštovné poněkud dražší. Nabízí i další antény, adresa je: Antennas West, Box 50062, W. Provo, UT 84605 USA.

Podle článků a inzerátových částí různých radioamatérských časopisů zpracoval 2QX.

# MĚŘICÍ TECHNIKA

## Vf generátor 10 kHz až 200 MHz

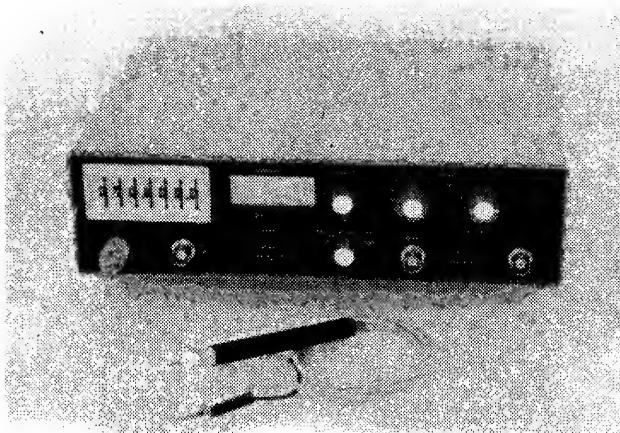
Jiří Krčmář

V článku je popsán generátor signálu s možností amplitudové i kmitočtové modulace, který navíc s běžným osciloskopem nahrazuje i rozmitač. Generátor je pro svoji náročnost určen pro vyspělé amatéry, kteří si dokáží poradit i s případnými obtížemi. Při stavbě je nutné mít dostatek zkušeností s číslicovou i vf technikou, umět dobrě pájet při osazování zhuštěných plošných spojů a samozřejmě mít k dispozici i potřebné měřicí přístroje.

Plynule laditelné generátory se obvykle vyznačují dobrou spektrální čistotou s malým fázovým šumem výstupního signálu. Jejich nevýhodou je malá přesnost a stabilita nastaveného kmitočtu. Dobrý generátor byl otištěn např. v Příloze AR 1982. Má však některé nevýhody, které plynou právě z popsaného principu činnosti (např. hrubá stupnice, nestálý zdvih FM, atd.).

Rozhodl jsem se proto navrhnout a postavit generátor s kmitočtovým syntezátorem, jehož stavba je s moderními součástkami relativně jednoduchá. Kromě velké přesnosti a stability kmitočtu je jeho další výhodou rychlé a jednoznačné nastavení kmitočtu. Mezi nevýhody lze zařadit obvykle horší fázový šum i spektrální čistotu ve srovnání se systémy s plynulým laděním. Je to způsobeno zejména nespojitou činností fázového závěsu, použitím varikapu v oscilačním obvodu VCO a vyzařováním nejzřejmějších spektrálních složek z číslicových obvodů syntezátoru. U moderních špičkových přístrojů lze však tyto vlivy do značné míry potlačit (viz [2] a [3]).

Základní požadavky při návrhu jsou kompromisem mezi složitostí a užitnými vlastnostmi. Kmitočtový rozsah byl omezen do 200 MHz; dosažení většího rozsahu směrem k vyšším kmitočtům by bylo neúměrně obtížné. Krok kmitočtu po 100 Hz bude ve většině případů vyhovovat i pro úzkopásmové systémy. Menší krok by způsobil značné obtíže při návrhu fázových závěsů. Výstupní napětí, potřebné pro pokrytí možných aplikací, je od 0,1 µV do 1 V. Samozřejmostí je amplitudová i kmitočtová modulace s pokud možno konstantním zdvihem při přeladování. Pro maximální využití přístroje je dále výhodné, aby mohl být používán i jako rozmitač ve spojení s osciloskopem.



### Technické údaje

Rozměry (š x v x h):	254 x 70 x 200 mm.	Kolísání amplitudy v celém pásmu:	+1; -0,5 dB od úrovně při 1 MHz.
Kmitočtový rozsah:	10 kHz až 199,9999 MHz.		
Dělení (krok) kmitočtu:	100 Hz. $m = 0$ až 100 % interní (1 kHz, sinus), $m = 0$ až 100 % externí. - FM: $\Delta f = 0$ až 150 kHz interní (1 kHz, sinus), $\Delta f = 0$ až 10 MHz externí. - SWEEP: $\Delta f = 0$ až 10 MHz interní (50 Hz, trojúhelník).	Nežádoucí spektrální složky při úrovni 10 mV bez zesilovače	- v pásmu do 200 MHz: - 50 dB složky $2 f_2 - f_1$ , - 52 dB složek $f_{výst} \pm 20$ MHz,
Modulace - AM:	100 mV až 10 V (vrcholová hodnota); při FM ovlivňuje dosažitelný zdvih. Základní citlivost je 1 MHz/V.	- v pásmu do 500 MHz: - v pásmu nad 500 MHz:	- 47 dB složky $f_1$ , - 44 dB ostatních složek.
Vstupní modulační napětí:		Harmonické složky při plné úrovni 1 V	- při 10 MHz: -45 dB 2. harmonická, - 47 dB 3. harmonická, - 28 dB 2. harmonická, - 38 dB 3. harmonická.
Vstupní odpor modulačního vstupu:	3 až 5 kΩ.	Parazitní FM zdvih	- při 10 MHz: 30 Hz (v pásmu 30 Hz až 15 kHz), 2,5 Hz (s filtrem CCITT 400 Hz - 3 kHz),
Šířka pásmá modulačního kanálu:	10 Hz až 100 kHz/-3 dB.	- při 100 MHz: 33 Hz (v pásmu 30 Hz až 15 kHz), 5,5 Hz (s filtrem CCITT),	
Výstupní vf napětí:	0,1 µV až 1 V/50 Ω (tj. 0,2 µV až 2 V/EMF) s dělením po 1 dB.	- při 200 MHz: 35 Hz (v pásmu 30 Hz až 15 kHz), 6 Hz (s filtrem CCITT),	
Přesnost výstupního napětí:	±0,5 dB při 1 MHz od nastavené hodnoty.	- při AM 30 %, 1 kHz: 80 Hz.	

# VYBRALI JSME NA OBÁLKU



## Základní koncepce generátoru

Blokové schéma přístroje je na obr. 1. Zvolil jsem nejjednodušší koncepci, která splňuje dané požadavky. Tou je kmitočtová syntéza s přímou volbou kmitočtu palcovými přepínači (bez řídicího mikropočítače). Výstupní signál se získává jako rozdílový produkt směšováním signálů ze dvou oscilátorů. Experimentálně byla ověřována velikost parazitního kmitočtového zdvihu, způsobeného vlastním fázovým šumem oscilátoru, řízeného napětím (VCO), předložovaného varikapem o  $\Delta f = 200$  MHz. Bylo zjištěno, že pro běžné amatérské použití generátoru je tento šumový zdvih ještě v přijatelných mezích a není tedy nutno kmitočtový rozsah dělit na více podrozsažů.

Dále bylo třeba rozhodnout, zda použít kmitočtovou syntézu u každého oscilátoru zvlášť, nebo bude-li stačit jediný syntezátor, fázově zavěšený na výsledný směšovací produkt (popř. na jeden z oscilátorů). Při orientačním výpočtu se řešení s jediným syntezátorem z mnoha hledisek ukázalo jako prakticky nemožné. Z důvodu extrémně velké změny dělicího poměru proměnného děliče smyčky PLL a malého kroku by měla smyčka velmi nepříznivé dynamické vlastnosti (dlouhá doba přeladění, dokmitávání, velká parazitní fázová modulace VCO). Také zavedení kmitočtové modulace do tohoto systému by bylo velmi obtížné. Byly proto použity

dva nezávislé syntezátory. Optimální je přeladěvat první syntezátor téměř přes celé pásmo ( $\Delta f = 200$  MHz) s velkým krokem a druhý syntezátor přeladěvat velmi málo a s malým krokem. Malé přeladění druhého syntezátora je nutné, aby jeho smyčka fázového závěsu mohla být dostatečně pomalá a bylo tak možno do VCO zavést kmitočtovou modulaci. Při větší „rychlosti“ smyčky by byla kmitočtová modulace částečně rušena, „dotahováním“ VCO směrem k nastavenému kmitočtu. Malé přeladění je též nezbytné k tomu, aby se podstatně neměnil modulační zdvih FM při přeladění generátoru (vlivem nelineární závislosti převodu napětí/kmitočet).

Popsaný způsob tvorby signálu lze používat k optimální při daných součástkových a finančních možnostech. Pracovní kmitočty oscilátorů však dávají předpoklad ke vzniku (u směšovače) parazitní složky  $2f_2 - f_1$ , která spadá do užitného pásmá. Tomu je třeba zabránit kvalitní konstrukcí směšovače a zamezením vstupu 2. harmonické ( $2f_2$ ) do směšovače vhodnou dolní propustí.

Amplitudový modulátor je výhodné zařadit mezi druhý syntezátor a směšovač, kde má výstupní signál vysoký a téměř neměnný kmitočet. Při zapojení modulátoru až za směšovač by nebylo snadné linearizovat modulační charakteristiku zpětnou detekcí výstupního signálu. Docházelo by k přeslechům a různým zkreslením mezi modulačním a nosným signálem, jsou-li si kmitočtově blízké.

K regulaci výstupního napětí od 0,1  $\mu$ V do 1 V by byl zapotřebí proměnný útlumový článek s maximálním útlumem až 140 dB, ten je však na vyšších kmitočtech v amatérských podmírkách obtížně realizovatelný. Zvolil jsem proto řešení, v němž útlumový článek pracuje v rozsahu pouze 100 dB při základní

úrovni 10 mV = 0 dB. Za tento článek lze zapojit výkonový zesilovač se ziskem 40 dB, čímž se základní úroveň zvýší na 1 V = 0 dB.

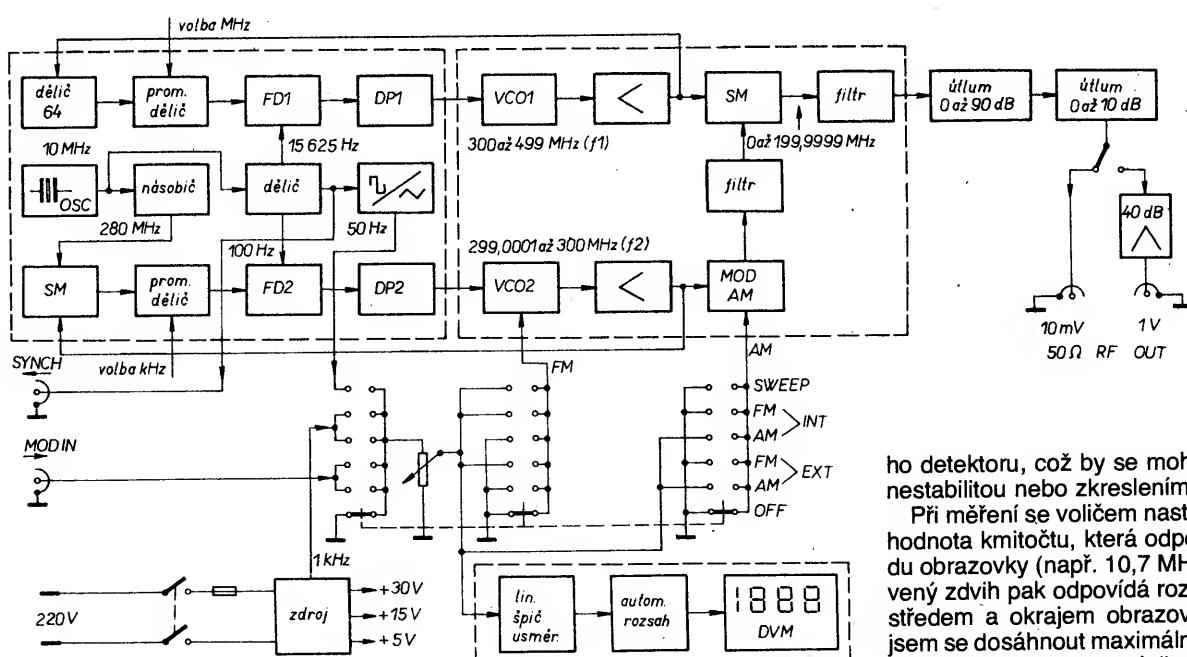
Obvod pro měření hloubky modulace a kmitočtového zdvihu musí mít na vstupu lineární „špičkový“ usměrňovač, protože hloubka modulace i zdvih jsou definovány maximem. Při modulaci nesinusovým průběhem by byl jinak indikován nesprávný údaj.

Cinnost celého generátoru je zřejmá z blokového schématu na obr. 1. Podrobný popis vyžaduje pouze rozmitací režim.

### Režim rozmitání (SWEEP)

VCO<sub>2</sub> je kmitočtově modulován (rozmitán) trojúhelníkovým průběhem 50 Hz z tvarovače vnitřní časové základny. Opakovací kmitočet rozmitání musí být dostatečně nízký, aby bylo možno uspokojivě zobrazovat i charakteristiky úzkopásmových filtrů. Obdélníkový signál, odebíraný před tvarovačem, je přiváděn na vstup obvodu exteriéry synchronizace osciloskopu. Jeho časová základna je spouštěna náběžnými hranami tohoto synchronizačního signálu. Rychlosť časové základny musí být nastavena přesně na 1 ms/dílek. Tím je dosaženo synchronního pohybu stopy po obrazovce s klesající částí trojúhelníkového modulačního napětí. Během doby jeho nárustu se uskuteční zpětný běh a je očekáváno další spuštění náběžnou hranou (obr. 2). Maximální kmitočt VCO<sub>2</sub> odpovídá minimálnímu výstupnímu kmitočet, protože je to rozdílový směšovací produkt.

Celý tento děj je synchronní s referenčním kmitočtem druhého syntezátoru (100 Hz) a je v takové fázi, při které se šířka impulsů z fázového detektoru FD<sub>2</sub> blíží k nule. Není tedy nebezpečí vzniku interferencí ani saturace fázové-



Obr. 1. Blokové schéma vf generátoru

ho detektoru, což by se mohlo projevit nestabilitou nebo zkreslením obrazu.

Při měření se voličem nastaví střední hodnota kmitočtu, která odpovídá středu obrazovky (např. 10,7 MHz). Nastavený zdvih pak odpovídá rozmezí mezi středem a okrajem obrazovky. Snažil jsem se dosáhnout maximálního zdvihu až  $\pm 10$  MHz při takové linearitě, aby nebylo nutno použít kmitočtových značek. Toto se podařilo vhodnou volbou

► sériového kondenzátoru s varikapem v modulačním obvodu. Pro dostatečně přesné kmitočtové dělení lze tedy použít desetidílkovou vodorovnou stupnici na stínítku obrazovky. Pro snadné čtení na kmitočtové ose je nejvhodnější nastavovat zdvih na hodnoty z řady 1-2,5-5-10... atd. Přesnou kalibraci vodorovného posuvu stopy na osciloskopu usnadňuje nulová špička, kterou produkuje detekční sonda při průchodu generátoru nulovým kmitočtem. Při nastaveném nulovém kmitočtu a nenulovém zdvihu musí být tato špička přesně uprostřed obrazovky.

Popsanou sestavou vf generátoru s osciloskopem lze zobrazit kmitočtovou charakteristiku měřeného objektu podobně jako klasickým rozmitáčem až do kmitočtu 200 MHz a šířky pásma 20 MHz ( $\pm 10$  MHz od střední hodnoty). Při měření amplitudových charakteristik je samozřejmě nutné zapojit mezi měřený objekt a vstup osciloskopu vf detekční sonda.

Z výstupu časové základny SYNCH OUT lze též odebrát přesný obdélníkový signál 50 Hz k různým pokusům v číslicové technice.

### Fázové závěsy

Při návrhu smyčky fázového závěsu se zpravidla vychází z jejího linearizovaného modelu, kterým je v podstatě jednoduchý lineární regulační systém. Využitím metod teorie regulace lze pak sestavit přenosovou funkci smyčky.

Na základě linearizovaného modelu smyčky 2. typu, 2. řádu, popsaného v [7], jsem sestavil interaktivní program pro počítač ZX-SPECTRUM, který usnadňuje volbu parametrů smyčky a umožňuje i některé optimalizační kroky při zpětné korekci vstupních parametrů. Fázové závěsy byly vypočítány tímto programem. Podrobnějším teoretickým

rozbořením smyček PLL se v tomto článku nebudu zabývat. Zájemce odkazuji na literaturu [6] až [9].

Kmitočet vlastních tlumených kmitů je u smyčky prvního syntezátoru asi 20 Hz, činitel tlumení 0,8 (střední hodnota). U druhého syntezátoru je kmitočet tlumených kmitů asi 1,1 Hz a činitel tlumení 0,75.

### Hlavní číslicová část

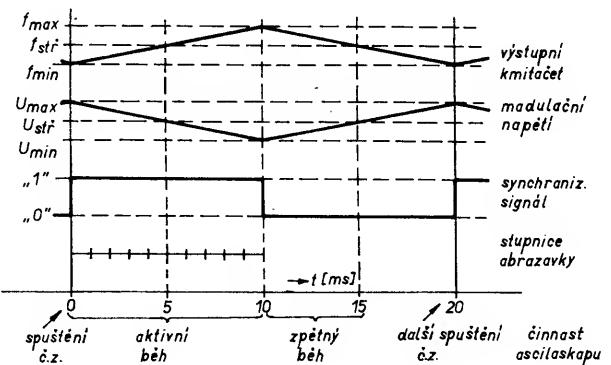
je na samostatné desce s plošnými spoji.

Jsou na ní soustředěny obvody časové základny a číslicové části obou syntezátorů, které mohou být zdrojem značného vyzařování; proto jsou umístěny společně na jedné desce a pod společným stínicím krytem. Deska je po osazení vpájena do krabičky z pocívaného plechu, která je zdola i shora uzavřena snímatelnými víky. Deska je o něco širší než krabička, aby její strany s vývody byly vně krabičky. Odpory R57 až R81 jsou uzemněnými konci připájeny na stěnu krabičky. Z boků jsou na ni připájeny čtyři držáky ve tvaru L. Výkresy všech mechanických dílů z pocívaného plechu jsou na obr. 25. Schéma zapojení obvodů číslicové části je na obr. 4.

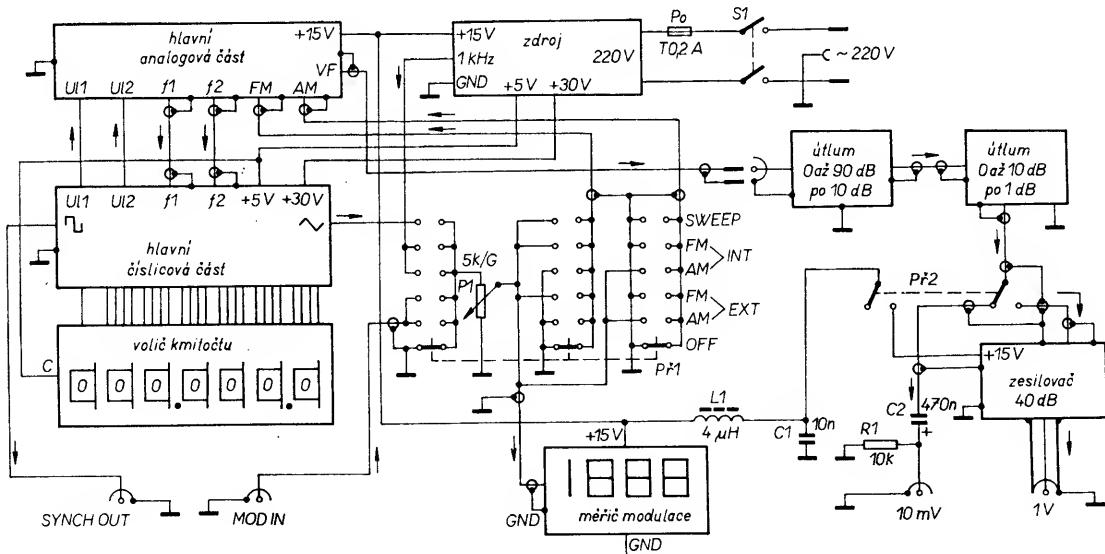
### Krystalový oscilátor

Z hlediska parametrů a jednoduchosti byl jako nejlepší vybrán Colpittsový oscilátor (někdy – např. v [12] – bývá označován jako Gouriet-Clapp). Transistor T2 musí mít poměrně vysoký mezní kmitočet, aby se příliš neuplatňovaly jeho napěťové a teplotně závislé reaktance i fázový posuv. Zvolil jsem proto typ SF245. Pro doladění krystalu na přesný kmitočet je v zapojení použita indukčnost (cívka L1) v sérii s kapacitou (kondenzátor C1). Obvyklé zapojení doladovacího kondenzátoru nebylo pro daný krystal vhodné (jeho kapacita by musela být příliš velká). Údaje součástek, uvedené ve schématu, platí pro krystal, broušený na sériovou rezonanci. Použije-li se krystal, jehož kmitočet je výrazně nižší než jmenovitý, je nejvhodnější cívku L1 vypustit a zapojit místo ní doladovací kondenzátor.

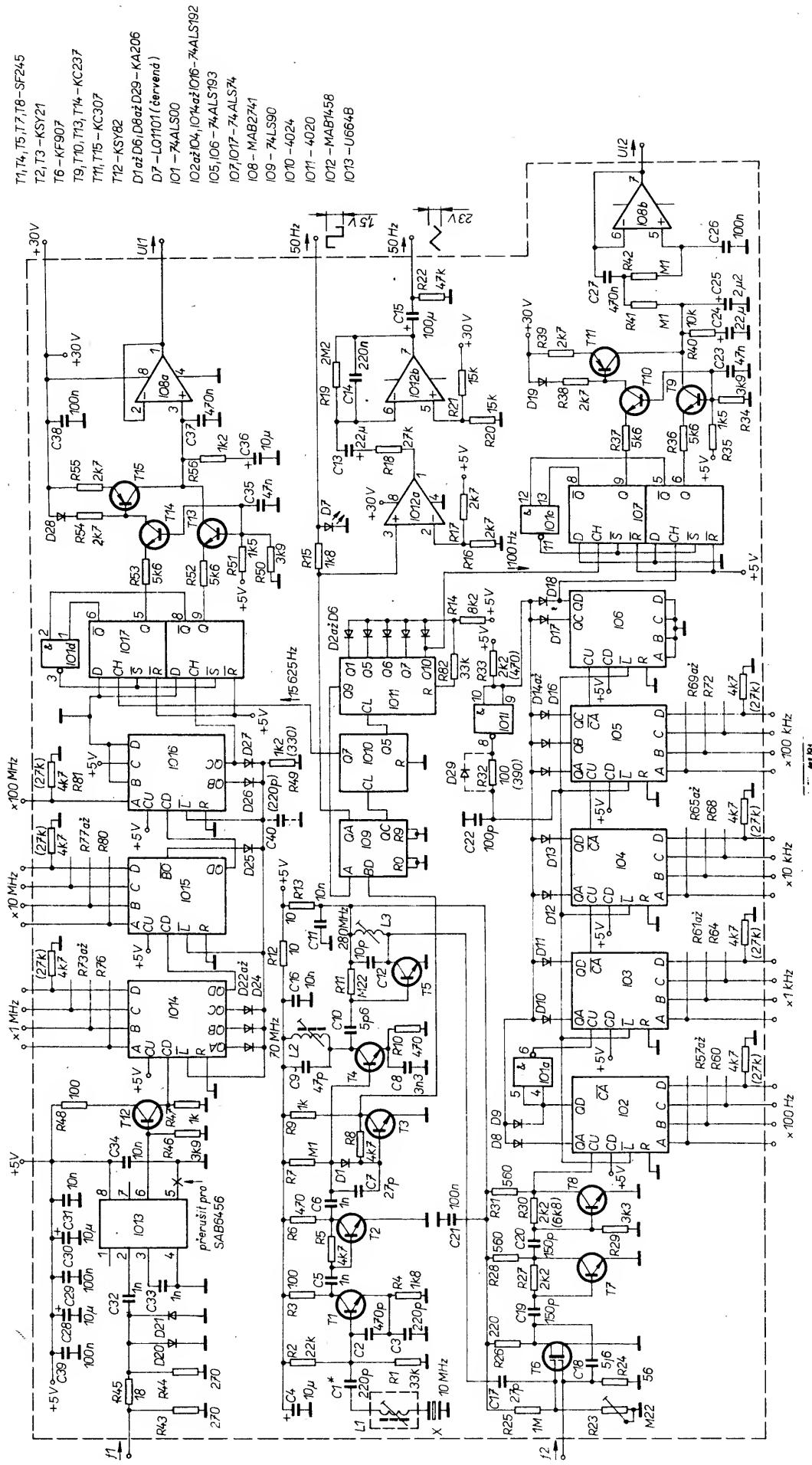
Oddělovací stupeň s tranzistorem T2 zesiluje signál z oscilátoru a zabraňuje zpětnému vlivu následujících obvodů na oscilátor. Signál pro T2 je výhodné odebrávat z kolektoru T1, na němž má tvar úzkých záporných impulsů. Takový tvar je zapotřebí pro dobrou cinnost následujícího násobiče.



Obr. 2. Časový průběh rozmitání



Obr. 3. Celkové zapojení šasi vf generátoru



Obr. 4. Schéma zapojení hlavní číšlicové části (údaje v závorkách platí pro obvody řady HCMOS)

Výstupní signál 280 MHz z tohoto násobiče slouží pouze pro činnost směšovače na vstupu číslicové části druhého syntezátoru. Nejsou proto kladený žádné přísnější požadavky na jeho spektrální čistotu. I při úrovni parazitních složek asi -20 dB i méně je výsledný signál po vytvarování do obdélníkové podoby spolehlivě použitelný pro zpracování číslicovými obvody. Na základě tohoto předpokladu bylo možno navrhnout velmi jednoduchý dvoustupňový násobič s celkovým činitelem násobení 28.

Při pokusech se ukázalo, že s pracovní podmínky alespoň prvního stupně je nutno stabilizovat. K tomu slouží dioda D1, na které průchodem proudu přes R7 vzniká úbytek napětí. Tento úbytek se přičítá k úbytku na přechodu BE tranzistoru T3. Mezivrcholové napětí střídavého signálu na bázi T4 je asi 3 V. Jeho kladné špičky jsou tedy diodou D1 udržovány na úrovni asi 1,3 V vůči zemi. Těmito špičkami se přes T4 nabíjí kondenzátor C8 na napětí asi 0,6 V. Rezistorem R10 pak teče konstantní proud asi 1,3 mA. Mezivrcholové napětí signálu na výstupu násobiče je přibližně 1,5 V.

### Dělič kmitočtu časové základny

Aby bylo zapojení co nejjednodušší, je nejdříve použita část obvodu 74LS90 jako předdělič pěti (lepší by byl typ 75HC90, který jsem však nesehnal; výstupy logiky TTL totiž nemají zaručovanou slučitelnost se vstupy CMOS). Na výstupu QC je signál se střídou 3:2 a o kmitočtu 2 MHz. Ten je dále binárně dělen v IO10 na 15 625 a 62 500 Hz. IO11 je po dosažení stavu „625“ nulován pomocí diod D2 až D6. Diodové dekódování a nulování čítače má výhodu v jednoduchosti. Nevýhodou je však to, že vlivem malého zpoždění není dodržena katalogová minimální doba trvání nulovacího impulsu. S některými kusy IO11 v důsledku toho obvod dělí nesprávným poměrem. Ve druhé verzi generátoru jsem proto doplnil rezistor R82, který se vstupní kapacitou nulovacího vstupu tvoří článek RC, prodlužující nulovací impuls. Po této úpravě pracuje zapojení spolehlivě i s různými zahraničními IO. Jiným možným řešením je využít vlastnosti IO řady HCMOS, které jsou na šířku nulovacího impulsu o něco méně choulostivé než klasické CMOS.

Na výstupech Q9 až Q10 je k dispozici kmitočet 100 Hz, avšak s rozdílnou fází a střidou. Náběžné hraně na Q10 odpovídá sestupná hraná na Q9, což se v zapojení využívá. Ve zbytku obvodu IO9 je dále kmitočet dělen dvěma na konečných 50 Hz.

Z IO9 je signál veden jednak do tvarovače, jednak přes rezistor R15 na synchronizační výstup. Dioda D7 (LED) stabilizuje napětí při úrovni log. 1, které by jinak bylo vlivem činnosti IO9 mírně

nestabilní. Tento oddělovací článek lze vypustit a na synchronizační výstup přivést přímo signál v úrovni TTL.

### Tvarovač rozmítacího signálu

Komparátor IO12a definuje napěťové úrovni pro integrátor. Na vývodu 1 je obdélníkový signál s rozkmitem asi 28 V. Na výstupu integrátoru IO12b má být trojúhelníkový signál s rozkmitem 20 až 25 V. Rezistor R19 definuje střední hodnotu výstupního napětí (asi 15 V). Odpor a kapacita R19 a C15 musí být dostatečně velké, aby se pozorovatelně nezakrivoval trojúhelníkový průběh.

### Výstupní dělič 1:64

umožňuje zpracovat signál s kmitočtem vyšším než 300 MHz.

Je v něm použit obvod U664 firmy Telefunken (IO13). Je to monolitický integrovaný dělič ECL do 1,2 GHz. Vyznačuje se velkou vstupní citlivostí (lepší než 10 mV). Odebíraný proud je asi 50 mA. Obvod je zapojen podle katalogu. Útlumový článek a omezovací diody D20, D21 jej chrání před poškozením velkým vstupním signálem. Na výstup je připojen jednoduchý převodník ECL/TTL s tranzistorem T12. Z něj je signál o kmitočtu asi 4,7 až 7,8 MHz veden do proměnného děliče.

Obvod U664 lze patrně nahradit typem SAB6456, který pracuje při menším proudu. Je však třeba přerušit vývod 5, protože jinak by obvod dělil 256.

### První proměnný dělič

Jeho činnost je založena na principu čítání dolů od „přednastaveného“ čísla. Po dosažení stavu „000“ na všech čítačích se znova nastaví toto číslo a cyklus se opakuje.

Obvod MHB0320 jsem v době konstrukce neměl k dispozici. Dělič je proto realizován třemi dekadickými čítači 74ALS192 (IO14 až 16). Protože je vstupní kmitočet vysoký, nelze použít sériový přenos a odebírat impuls „přednastavení“ z výstupu B0 posledního čítače běžným způsobem. Zpoždění informace o nulovém stavu prvního čítače by bylo příliš velké a bylo by příčinou hazardu. Je proto použito součtové diodové dekódování nul u všech čítačů.

Zapojení jsem zjednodušil dvěma úpravami. Pro úsporu diod je nulový stav IO15 detekován jedinou diodou D25, připojenou na výstup B0. Poslední čítač IO16 je „přednastavován“ na číslo 4 nebo 5. Detekován je stav „1“. Tím se lze vyhnout použití invertoru na nastavovacím vstupu A.

Při velmi rychlém diodovém dekódování není většinou dodržena minimální předepsaná šířka impulsu nulování („přednastavení“). U první verze generátoru, kde byly použity obvody ALSTTL, to nepůsobilo potíže. Obvod pracoval spolehlivě (zkoušel jsem několik kusů IO). U druhé verze s obvody HCMOS (pro menší odběr proudu) bylo

nutno zmenšit odpor rezistoru R49 a doplnit kondenzátor C40. Bez těchto úprav dělič pracoval také, ale při určitém nastaveném čísle „si přidal nebo ubral“ 10 nebo 100 MHz.

### Směšovač

Směšování signálu VCO2 (299,0001 až 300 MHz) se signálem z násobiče (280 MHz) zabezpečuje tranzistor T6. Ověřoval jsem několik typů směšovačů. Nejlepší výsledky dávalo multiplikativní zapojení s dvoubázovým FET typu KF907. Jeho předností je velká vstupní impedance, dobré vzájemné oddělení vstupních signálů a téměř lineární závislost strmosti na napěti druhé báze. Trimrem R23 je nastaveno předpřetí do prostřed lineární oblasti. Na obou okrajích této oblasti se podle [14] závislost strmosti na napěti  $U_{92}$  zmenšuje. To má na signál podobný vliv, jako kdybychom za násobič zařadili oboustranný omezovač. Při dostatečné velikosti signálu na  $G_2$  se tohoto omezovacího jevu využívá k dalšímu mírnému potlačení nežadoucích spektrálních složek násobiče.

Při oživování první verze přístroje byl do zapojení doplněn kondenzátor C18, jehož kapacita omezuje nežadoucí pronikání signálu o kmitočtu 280 MHz mezi elektrodotovou kapacitou  $G_1-G_2$  do analogové části. Na kolektoru T6 má složka o kmitočtu 280 MHz opačnou fázi než na  $G_2$ . Vhodnou volbou kapacity C18 lze tuč složku na  $G_1$  vyrušit.

Dvoustupňový zesilovač za směšovačem zesiluje a tvaruje výsledný rozdělový produkt do tvaru, zpracovatelného druhým proměnným děličem. Zesílení obou tranzistorů se zmenšuje od mezního kmitočtu (asi 30 MHz) se strmostí celkem 12 dB na oktavu. Signály vstupních kmitočtů jsou proto za tvarovačem dostatečně potlačeny. Není tedy třeba používat ani jednoduchou dolní průpust.

### Druhý proměnný dělič

Proměnný dělič druhého syntezátoru musí být řešen tak, aby maximálnímu nastavenému číslu odpovídalo minimální děliči poměr. Dělič proto čítá nahoru od „přednastaveného“ čísla. Po dosažení nulového stavu (zdola) se znova nastaví toto číslo a cyklus se opakuje. Od této základní představy jsem různými úvahami dospěl ke konečnému zapojení, jehož činnost bude popsána.

Vstupní kmitočet děliče je 19,0001 až 20 MHz. Při využití celé šířky pásmu u rozmítání může být až 30 MHz, což je mírně za hranicí katalogových parametrů použitých obvodů. Návrh děliče je tedy značně kritický z hlediska rychlosti. Přímo dekódovat nulový stav čítačů není u tohoto děliče možné. Nulovému stavu totiž předchází stav „...999“, což znamená současnou změnu stavu na všech čítačích. Použil jsem proto součinové diodové dekódování stavu

„.999“ a zpoždění nastavovacího impulu o jeden takt. Toto zpoždění zabezpečuje člen R32, C22 a částečně i obvody samotné. V případě potřeby lze změnou odporu rezistoru R32 nastavit zpoždění tak, aby výsledné zpoždění bylo přesně jeden takt. Údaje součástek, uvedené ve schématu, by však měly vyhověti i při rozptylu parametrů součástek. Poslední dva čítače IO5 a IO6 jsou sestnáckové. Celkový jimi detekovaný stav je  $7 + 16 \cdot 12 = 199$ . Impuls přenosu na výstupu CA IO2 má vlivem vysokého pracovního kmitočtu již tak malou šířku, že není schopen spolehlivě spouštět následující čítače. Signál z IO2 je proto vyveden z výstupu QD přes invertor IO1a.

Kromě jiného zpoždění obvodů HCMOS se u druhé verze přístroje také projevila větší citlivost na malou šířku nastavovacího impulu. Kritické jsou zejména stavy ...999,0 kHz; ...099,0 kHz; ...199,9 kHz; apod. Generátor si náhodně přidá 10 kHz, 100 kHz nebo 1 MHz. Jev se odstraní změnou odporu rezistoru R32, R33 a přidáním diody D29, která urychluje vybíjení a zpomaluje nabíjení C22, čímž se prodlužuje nastavovací impuls. Dioda je doplněna dodatečně – ze strany spojů. Po této úpravě pracoval i dělič HCMOS naprostě spolehlivě.

Na závěr je třeba připomenout, že zapojení tohoto proměnného děliče je sice velmi neobvyklé, avšak klasickým exaktním způsobem by proměnný dělič s danými součástkami nebyl na tak vysokém kmitočtu vůbec realizovatelný.

## Fázově kmitočtové detektory

Po úpravě hodnot součástek jsem převzal zapojení z [6].

### Dolní propusti

Mezní kmitočet pomocných dolních propustí, které mají za úkol dálé potlačovat složky referenčního kmitočtu, je nutno volit alespoň asi 5x vyšší, než je kmitočet vlastních tlumených kmitů smyčky. Z hlediska dynamických vlastností systému lze pak smyčku stále považovat za systém 2. řádu.

Dolní propusti jsem navrhl a spočítal programem, sestaveným na základě [7]. V tomto článku je zbytečné se zabývat teoretickými výpočty, proto je neuvedám.

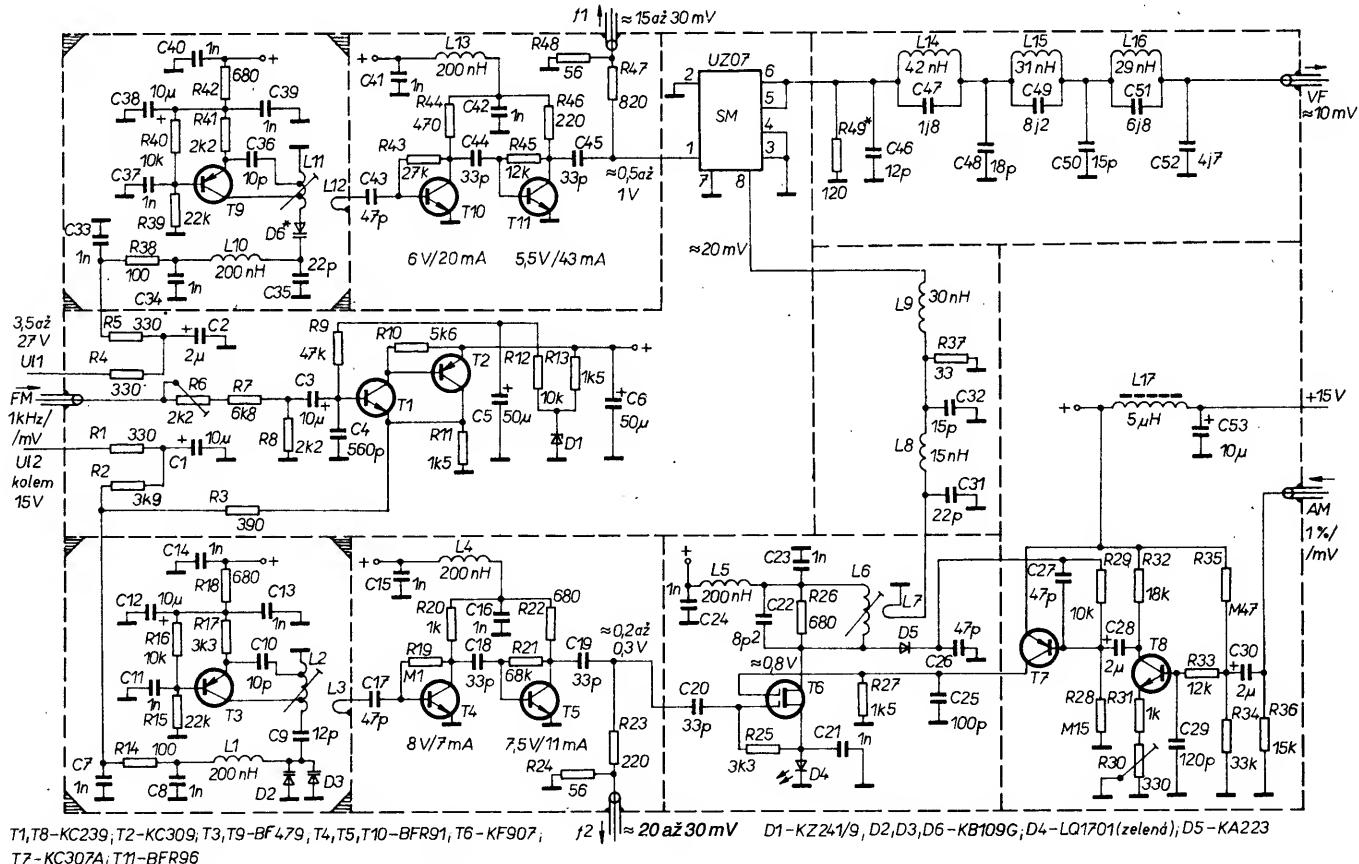
Elektrolytické kondenzátory pro dolní propusti je vhodné změřit a vybrat s odchylkami kapacity nejvýše  $\pm 20\%$ . Mají mít co nejmenší zbytkový proud. Jako operační zesilovač IO8 je nejvýhodnější „nízkošumový“ typ MAB2741 s bipolárními tranzistory p-n-p na vstupech. Vstupní proud těchto tranzistorů částečně kompenzuje svodový proud elektrolytických kondenzátorů C24, C25, C36. Jako náhradní nouzové řešení lze použít typ B082 se vstupy JFET. V žádném případě však nedoporučuji MA1458 se vstupy n-p-n.

Pro omezení vlivu rušivých napětí indukovaných do vodičů, spojujících číslicovou a analogovou část, jsou koncové pasivní členy dolních propustí RC umístěny až na desce analogové části.

## Hlavní analogová část

Na desce analogové části jsou soustředěny obvody, které se přímo podílejí na tvorbě a zpracování výstupního signálu generátoru. Tyto obvody jsou značně citlivé na rušení vnějšími vlivy a mohou být i samy zdrojem vyzařování. Byla proto zvolena konstrukce vzájemně stíněných komůrek na základní desce s položnými spoji a některé součástky jsou umístěny přímo mezi vodivé ostrůvky. Celkem je od vnitřního prostředí rovněž odstíněn.

Obvodový díl krabičky i všechny přepážky z pocívaného plechu jsou na desku připájeny před osazením součástek. Pro snadnější orientaci jsou přepážky očíslovány. Z boků jsou ke krabičce připájeny čtyři držáky ve tvaru L. Velice důležité je připájet obvodový díl z obou stran desky a stejně jako přepážky po celé délce ve všech místech styku se zemníci fólií i mezi sebou navzájem. Stejně tak je nesmírně důležité, aby všechny zemníci vývody součástek, které mají procházet otvorem v desce, tímto otvorem skutečně procházely a byly připájeny z obou stran. Zemníci fólie na straně spojů má velký význam. Propojením zemníci vývody součástek je zajistěn shodný napěťový výkon obou stran desky. Bezvývodové kondenzátory jsou pájeny kolmo k desce. Je na ně třeba použít buď pájku s nízkou teplotou tavení a páječku s termostatem, nebo pájet velice rychle. Jinak kondenzátor praskne, nebo se odpaří část polepu, což zmenšuje kapacitu.



Obr. 5. Schéma zapojení hlavní analogové části

jsou voleny podle maximální úrovni zesiilovaného signálu. Při plném promodulování bude na výstupu ve špičkách amplitudové modulace napěti až 2 V při zatížení odporem 50 Ω, příp. 4 V bez zatížení (efektivní hodnoty). Maximální napěti bude ještě asi 1,4krát větší. Aby koncový tranzistor T3 nebyl malým kolektorovým odporem příliš tlumen, je do série s R21 zapojena cívka L4, která má při kmitočtu 10 kHz reaktanci 500 Ω. Pořadí součástek mezi kolektorem a bází je třeba dodržet, jinak mohou stupně kmitat v oblasti GHz.

Při návrhu mechanického uspořádání bylo třeba věnovat velkou pozornost správnému umístění a zemnění všech tří stupňů, aby se vzhledem k velkému zisku zesiilovače nerozkmital. Použil jsem proto techniku povrchové montáže součástek mezi vodivé ostrůvky na základní desce s plošnými spoji, tvořící zemníci fólií. Tato konstrukce minimalizuje parazitní vazby a zajišťuje stabilitu zesiilovače. Deska je po celém obvodu vpájena do krabičky z pocínovaného plechu.

Protože má zesiilovač velký zisk, bylo třeba věnovat značnou pozornost umístění (a propojení) zesiilovače ve skříni generátoru, aby se nerozkmital. Zjistil jsem, že nelze zesiilovače jen tak někam umístit a vést do něj stíněné kablíky. Jediným řešením, jak udržet zesiilovač stabilní, je téměř ho jednou stranou „přilepit“ k přednímu panelu s výstupními konektory. Naprostě zásadní vliv na stabilitu zesiilovače má spojení tělesa konektoru „1 V“ s kostrem zesiilovače. Toto spojení musí být nejkratší a nejtěsnější. Z uvedených důvodů jsou zespoda ke krabičce připájeny široké držáky ve tvaru L, kterými je zesiilovač přišroubován pod oba výstupní konektory. Uprostřed mezi konektory je posuvný přepínač. Všechny konce stínění kablíků, vedoucích k přepínači a zesiilovači, jsou připájeny na krabičku zesiilovače. Navíc je krabička v zadní části tlustšími měděnými vodiči spojena s hrubým děličem i s jemným děličem. To zabezpečuje lepší zemnění i mechanické upevnění zesiilovače. Pro lepší spojení kostry zesiilovače s výstupním

konektorem „1 V“ je na zadní část tělesa konektoru nasunut napružený pásek z pocínovaného plechu, ohnutý do tvaru U, který je připájen ke krabičce zesiilovače. Bez něj zesiilovač kmitá v okolí 500 MHz. Posledním opatřením, které je třeba udělat pro zajištění stabilitu zesiilovače, je izolace hridel hrubého děliče a hlavně jemného děliče od předního panelu. Příslušné díry v předním panelu mají proto větší průměr a pod ovládacími knoflíky jsou nasazeny tenké izolační podložky z plastu.

Při přesném dodržení všech uvedených opatření je zesiilovač stabilní a není třeba se v této souvislosti obávat nějakých problémů. Jiným řešením je konstruovat zesiilovač vně generátoru jako přídavný průchozí blok. Bylo by jej pak možno využívat i k různým experimentům v anténní technice. Komu stačí napěti do 10 mV, nemusí zesiilovač dělat vůbec.

## Měřič modulace

### Lineární špičkový usměrňovač

Experimentálně jsem zjistil, že vyhovujících vlastností lze dosáhnout pouze využitím čtyřnásobného komparátoru LM339. Zapojení s diodami a různými typy operačních zesiilovačů nedávala na vyšších kmitočtech uspokojivou počáteční linearity. Výstupy komparátorů v LM339 jsou s otevřeným kolektorem. Proud výstupu může tedy těci pouze dovnitř.

V klidovém stavu je na kondenzátoru C4 nulové napěti. Objeví-li se na vstupu signál, překlápejí se v jeho záporných špičkách komparátor IO1a a nabíjí se kondenzátor C4. Po překlopení komparátoru zpět se na C4 udržuje napěti, které je téměř rovno záporné vrcholové (špičkové) hodnotě vstupního napěti. Vhodnou časovou konstantu vybíjení zavádějí rezistory R5, R6, které současně tvoří napěťový dělič 1:100. Časová konstanta je kompromisem mezi rychlosť vybíjení a poklesem výstupního napěti při kmitočtech okolo 20 Hz.

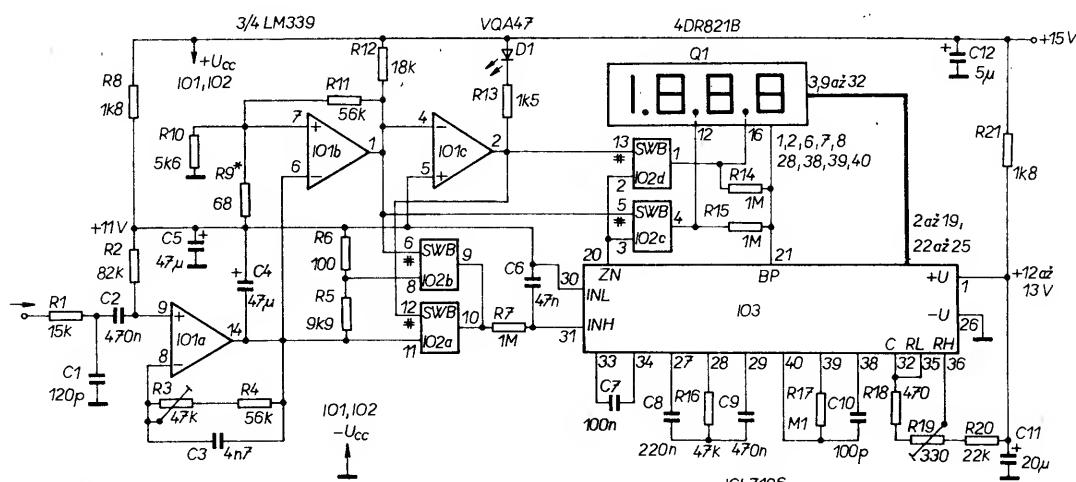
Kondenzátor C4 musí mít co nejmenší zbytkový proud. K rychlejšímu vybíjení C4 při malých napětích napomáhá vstupní proud, tekoucí z komparátoru IO1a, IO1b. Tento proud – celkově asi 0,1 μA – částečně eliminuje nevhodný tvar vybíjecí křivky elektrolytických kondenzátorů.

Rezistory R8, R9, R10 se vytváří umělý střed napájecího napěti. Na kondenzátoru C5 je udržováno napěti asi 11 V. Napěťová nesymetrie vstupu komparátoru IO1a se kompenzuje rezistory R3, R4, na kterých vzniká úbytek napěti (shodný jako na R2) vlivem vstupního proudu komparátoru. Časová a teplotní nestabilita nuly záleží na kvalitě komparátoru, teplotním součiniteli odporu rezistorů R2, R3, R4 a svodu kondenzátoru C2 (příp. svodech na desce). Použil jsem komparátor BM339 rumunské výroby. Zkoušel jsem tři kusy z různých výrobních sérií. Všechny se chovaly téměř shodně. Pro co nejlepší teplotní stabilitu nuly je žádoucí, aby trimr R3 a rezistor R4 měly záporný teplotní součinitel odporu (vyhovuje témař všechny uhlíkové typy). R2 by měl mít teplotní součinitel kladný (doporučuji vybrat z „metalizovaných“ typů – např. sovětské MLT). Při běžných domácích podmínkách je odchylka od zapnutí po několika hodinách provozu asi 0,2 mV (tj. 2 digity). Předpokládám, že s LM339 nebude situace výrazně odlišná.

Charakteristika dolní propusti R1, C1 má pokles útlumu asi 3 dB na 100 kHz, tj. přibližně stejně, jako dolní propusti modulátoru AM nebo FM.

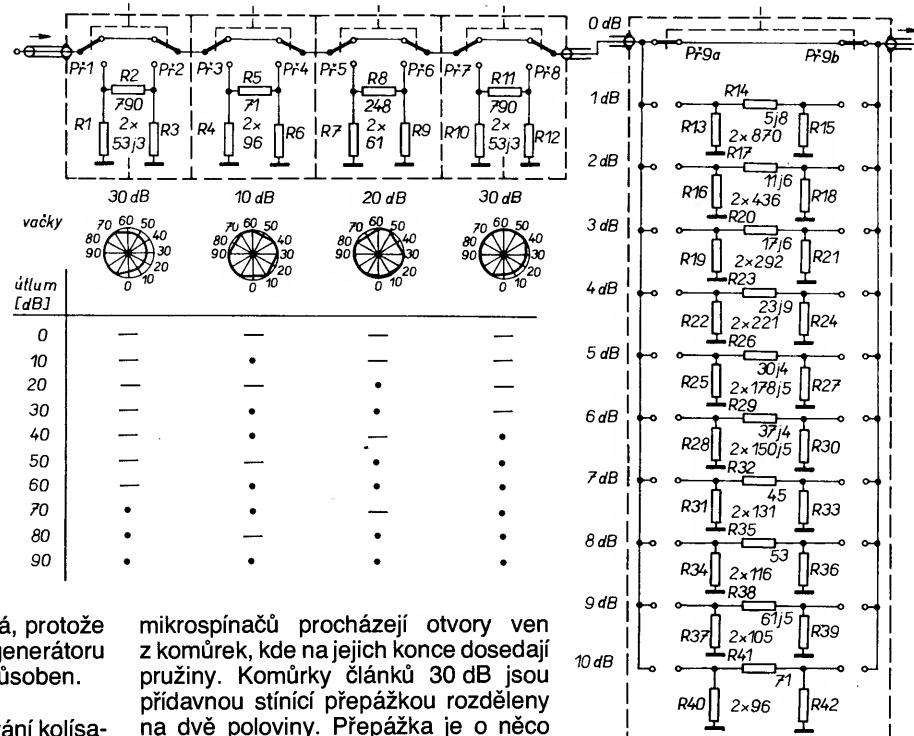
### Automatický přepínač rozsahů

Při napěti na C4 větším, než asi 150 mV, se překlopí komparátor IO1b, IO1c a rozsah je přepnut dvěma analogovými spínači IO2a, IO2b v obvodu CD4066. Přepnutí na vyšší rozsah je indikováno svitem diody D1. Úbytek napěti na rezistoru R9 určuje prahovou úroveň přepnutí. Rezistorem R11 je na vstup IO1b zavedena kladná zpětná vazba, zabezpečující hysterezi při překlápení (15 mV).



Obr. 8. Schéma zapojení měřiče modulace

Obr. 6.  
Zapojení výstupních útlumových článků



v propustném pásmu je nutná, protože filtr je zapojen na výstupu generátoru a nebude vždy ideálně přizpůsoben.

Aby amplituda při přeladování kolísala co nejméně, bylo nutno kapacitu C46 zvětšit z tabulkových 9 pF až na 12 až 15 pF. Patrně se tím kompenzuje jalová složka výstupní impedance směšováče.

### Výstupní útlumové články

Vodítkem při návrhu bylo řešení, použité v [4]. První dělič volí útlum hrubě po desítkách dB, druhý jemně v jednotkách dB. Lze samozřejmě použít dělič jiný – např. podle [19].

### Hrubý dělič

Zvolil jsem čtyřstupňový dělič s útlumy jednotlivých stupňů 30–10–20–30 dB. Přepínají se tlačítkovými mikrospínači, ovládanými vačkovým hřidelem, na kterém jsou vypílovány přepinací polohy jednotlivých stupňů. Mechanické spojení hřidele s mikrospínači zajišťují fosforbronzové pružiny (viz fotografie). Hřidel je zhotoven z hliníkové trubky o průměru 8 mm (lepsi by byla ocelová, hliník je dosti měkký). Jako ložiska hřidele jsou k celému z pocínovaného plechu připájeny ocelové podložky s dírou o průměru 8 mm. Bez nich by se hliníkový hřidel postupně do tenkého plechu zařezával. Vpředu je hřidel připojen spojkou (vsunutou profilovanou kulatinou Ø 6 mm) k základní části otočného přepínače řady WK533 . . ., zvané kontaktními paketů (tak byl poměrně snadno získán aretační mechanismus). Použité mikrospínače (firma Omron) mají pro připevnění dva otvory o Ø 1,5 mm. Dvojice přepínačů, které přepínají současně, jsou podélně vzájemně a pevně spájeny za vývody. Krajními otvory každé dvojice mikrospínačů jsou prošrobeny měděné dráty o Ø 1,5 mm. Ty tvoří jakési rozpěry, za které je dvojice vpájena do určené komůrky. Všechny mikrospínače jsou tedy v děliči umístěny podélně v jedné řadě za sebou. Tlačítka

mikrospínačů procházejí otvory ven z komůrek, kde na jejich konce dosedají pružiny. Komůrky článků 30 dB jsou přídavnou stínící přepážkou rozděleny na dvě poloviny. Přepážka je o něco menší a vyplňuje prostor mezi stěnou a mikrospínači. Rezistory byly vybírány, příp. dobroušeny na potřebný odpor a jsou připájeny mezi vývody mikrospínačů a protější stěnu komůrek. Je použit typ TR191 s metalizovanou vrstvou.

Dělič je na vstupu opatřen vhodným konektorem. Výstup je stíněným kablíkem neoddělitelně spojen s jemným děličem. Hotový dělič je zdola uzavřen víčkem, které je po celém obvodu nerozebíratelně připájené. Otvory ve víčku slouží k jeho propájení s jednotlivými stínícími přepážkami. Možná to není nutné, ale pro záruku kvalitního stínění je lépe to provést.

Konstrukce děliče je závislá na rozdílech použitých mikrospínačů. Popis děliče je proto více méně informativní.

### Jemný dělič

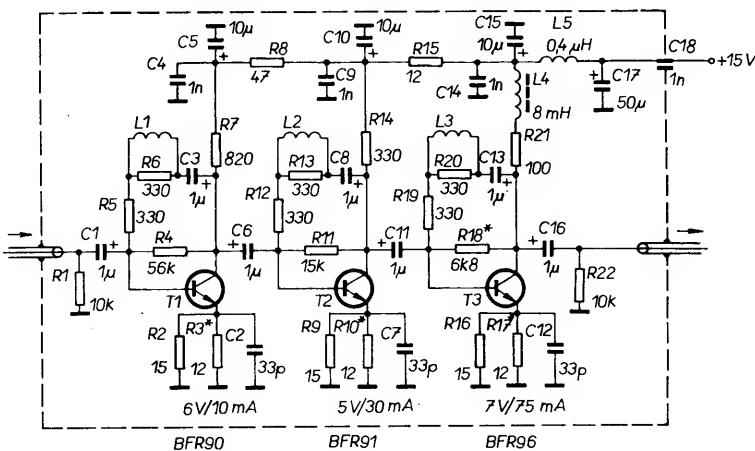
Konstrukce tohoto děliče je podstatně jednodušší, protože při útlumu 10 dB není třeba se obávat nějakých nepřesností na vyšších kmitočtech. Rezistory jednotlivých článků pí jsou připájeny

prímo na otočném přepínači. Každá poloha má tedy samostatný článek. Vstup a výstup musí být od sebe maximálně vzdáleny, jsou proto tvorený nejkrájnějšími kotoučky přepínače. Rezistory jsou připájeny mezi sousedící kotoučky obou paketů a přední nebo zadní stěnu krabičky. Jsou (stejně jako u hrubého děliče) vybírány z řady TR191, příp. dobroušeny. Celek je nerozberatelně uzavřen ve stínící krabičce z pocínovaného plechu.

### Výstupní zesilovač

Na tento zesilovač jsou kladený značné nároky. Je třeba dosáhnout stabilního a přesného zisku 40 dB s minimálním kolísáním v celém pásmu do 200 MHz. Dalším důležitým požadavkem je vstupní i výstupní impedance blízká 50 Ω v celém kmitočtovém rozsahu, a dále dostatečný výstupní výkon (až 80 mW).

Schéma zapojení zesilovače je na obr. 7. Stejnosměrné pracovní body



Obr. 7. Schéma zapojení širokopásmového výstupního zesilovače (zisk 40 dB)

Schéma zapojení celé analogové části je na obr. 5.

### Napětím řízené oscilátory (VCO)

Vyzkoušel jsem a proměřil několik zapojení. Nejlépe vyhověl typ oscilátoru použitý v [2]. Jde o modifikovaný Colpittsovy oscilátor se společnou bází.

V první verzi byly použity tranzistory BF479, ve druhé BF679. Oba typy pracují naprosto shodně. Patrně lze užít i jiné obdobné typy s tranzitním kmitočtem okolo 1 GHz.

V přívodu ladicího napětí k varikapům nesmí být z hlediska modulačního kmitočtu žádné velké impedance (zaváděly by do obvodu šum). Proto jsou místo obvyklých rezistorů řádu desítek kilohmů použity cívky L1 a L10.

Volba typu varikapů, jejich zapojení v oscilátořech, stejně jako provedení cívek L2 a L11 i polohy jejich odboček, jsou výsledkem dlouhého experimentování. U VCO1 byl kritickým parametrem zejména vlastní fázový šum a dále stabilita amplitudy v přeladovaném pásmu. Fázový šum lze ovlivnit výběrem varikapu z několika kusů. U VCO2 byla nejkritičtějším parametrem linearita závislosti kmitočtu na napětí. Pro minimalizaci parazitních kapacit a indukčností jsou kolektorové vývody obou tranzistorů připájeny přímo na oscilační cívky (tranzistory jsou v témeř kolmé poloze k základní desce). Stejně tak i živé konce těchto cívek jsou „ve vzduchu“ a mezi tento bod a zem jsou také s co nejkratšími vývody volně zavřeny varikap i sériový kondenzátor.

Pro omezení citlivosti na otřesy jsou cívky oscilátoru i všechny uvedené součástky včetně cívek L1 a L10 závitově voskem. Ten působí jako velice účinné akustické a mechanické tlumení.

Aby byla zajištěna dobrá mechanická stabilita i stínění, má každý oscilátor samostatné stínící víčko, které je ze všech stran po obvodu nerozebratelně připájeno. Na obr. 5 a obr. 16 je to znázorněno trojúhelníky v rozích oscilátorových komůrek.

### Kmitočtový modulátor

zpracovává modulační signál a zabezpečuje jeho příčitání k ladicímu napětí. Hlavní částí je emitorový sledovač v Darlingtonovém komplementárním zapojení (T1, T2). Na odporovém děliči R6, R7, R8 je signál zeslabován na úroveň, potřebnou pro modulaci VCO2 (tak, aby vstupní citlivost byla 1 MHz/V). Casová konstanta R9, C3 je tak velká, aby trojúhelníkový signál 50 Hz byl přenesen bez zkreslení. Kapacita C4 zabezpečuje pokles kmitočtové charakteristiky v oblasti nad 100 kHz.

Předpětí pro tranzistor T1 a varikapy oscilátoru je stabilizováno Zenerovou diodou D1. Výstupní signál modulátoru a ladicí napětí se sčítají na odporech R2, R3.

### Oddělovací zesilovač

zesilují signál z oscilátorů na požadovanou velikost a zabraňují zpětnému vlivu dalších obvodů na oscilační kmitočet. Proto jsou navázány velice volně – malou indukční smyčku u stěny oscilátorové komůrky. Pracovní bod tranzistorů je volen podle úrovně zesilovačního signálu, tak aby byl zabezpečen nezkreslený přenos. Zisk zesilovače se zmenšuje se zvyšujícím se kmitočtem. U VCO1, se toho využívá ke kompenzaci kmitočtové závislosti jeho napětí. Signál pro číslicovou část je odebíráno z výstupu oddělovacích zesilovačů přes odporové děliče.

### Amplitudový modulátor

V tomto obvodu jsem vyzkoušel několik modulačních prvků (diferenční stupeň, dvoubázový FET, diody PIN). Z různých hledisek byl nejvýhodnější regulační stupeň s dvoubázovým FET, který umožňuje regulovat zesílení v rozmezí asi 45 dB. Při volbě konkrétního zapojení byla inspirací literatura [15].

Na diodě D4 je úbytek napětí asi 2 V, vytvářející vhodné předpětí pro emitor T6. Bez tohoto předpětí by se regulační rozsah zmenšil o 10 dB (nebo i podstatně více). V obvodu kolektoru T6 je zatlumený rezonanční obvod, který částečně potlačuje vyšší harmonické, vzniklé zkreslením v modulátoru. Jeho šířka pásmo musí být alespoň 20 MHz, aby bylo možno rozmitat kmitočet až o  $\pm 10$  MHz. Z rezonančního obvodu je část signálu vedena (indukční vazbou do L7) na vstup filtru, zapojeného před směšovačem. Vazba je volná, takže filtr neovlivňuje znatelně činnost modulátoru.

Pro vlastní modulaci regulačního stupně T6 slouží tranzistor T7. Do jeho báze je zavedena záporná zpětná vazba zpětnou detekcí v frekvenci signálu diodou D5. Tato vazba linearizuje (jinak značně nelineární) modulační charakteristiku T6. Rezistory R28, R29 je nastavena špičková hodnota v frekvenci na kolektoru T6 asi na 800 mV (bez modulace).

Modulační signál je zesilován tranzistorem T8 a na bázi T7 je porovnáván s okamžitým demodulovaným signálem. Člen R33, C29 zabezpečuje při kmitočtu 100 kHz pokles 3 dB. Konečné proudové zesílení a nelinearity tranzistoru T7 částečně kompenzují mírně nelineární demodulační charakteristiku diody D5. Zapojení má proto menší tvarové zkreslení AM, než kdyby byl jako porovnávací obvod použit operační zesilovač.

Nakonec považuji za nutné upozornit na jednu nedobrou vlastnost modulátoru AM, kterou jsem objevil až při konečném oživování, kdy už bylo pozdě na nějaké zásadní změny. Při regulaci zesílení tranzistorem T6 se dost podstatně mění i fázový posuv signálu  $f_2$ . Tím současně s amplitudovou modulací vzniká parazitní fázová modulace a tedy i kmitočtová modulace. Je třeba

na to pamatovat např. při měření potlačení amplitudové modulace mezi frekvenciálními zesilovači FM. Při tomto měření je lépe použít nízký modulační kmitočet (např. 100 Hz), aby kmitočtový zdvih, vznikající parazitní fázovou modulací, byl zanedbatelný. Tento nežádoucí zdvih se totiž zmenšuje se strmostí 20 dB na dekádu při poklesu modulačního kmitočtu.

### Filtr před směšovačem

má potlačovat signál o kmitočtu 600 MHz ( $2f_2$ ) a další vyšší harmonické, které mohou pronikat do směšovače, a to nejméně o 40 dB.

Původně byl filtr řešen jako dolní průpust LC ve tvaru dvou článků pí, navržená podle tabulek. Amplituda výstupního signálu za směšovačem však značně kolísala (až o 6 dB). Zjistil jsem, že na toto kolísání má podstatný vliv typ filtru, zapojeného před směšovačem. Naopak nevhodné je jakékoli zapojení s paralelní kapacitou na výstupu, což patrně souvisí s impedancí výstupu filtru nad jeho propustným pásmem – tj. na kmitočtu prvního oscilátoru.

Výsledné zapojení filtru na schématu a údaje součástek jsou kompromisem při snaze dosáhnout minimálního kolísání výstupního napětí a přitom dostatečně potlačit vyšší harmonické složky.

### Směšovač

Ke směšování kmitočtů  $f_1$  a  $f_2$  jsem (jako prakticky jediný možný) zvolil využití kruhového směšovače se Schottkyho diodami. Ten je (nebo alespoň byl) již v hotové podobě prodáván pod označením UZ07.

Při návrhu jeho pracovního režimu byly použity údaje v [17].

Zjistil jsem, že v frekvenci na vstupu RF (vývod 8) nesmí být větší, než asi 20 mV. Jinak by vznikalo zkreslení 2. harmonickou přímo ve směšovači a zhoršoval by se odstup složky  $2f_2 - f_1$ .

Rezistor R49 upravuje výstupní impedanci směšovače (ta je v použitém zapojení asi  $100 \Omega$ ) na potřebných  $50 \Omega$ .

### Výstupní filtr

Dolní propust, zapojená za směšovačem, má potlačit všechny nežádoucí složky nad užitným pásmem na úrovni, menší než  $-40$  dB. Tato mez byla zvolena jako kompromis mezi složitostí filtru a nezbytně nutným odstupem parazitních složek. Kritickou složkou je zejména kmitočet  $f_1$  (300 až 499 MHz), který je na vstupu směšovače v úrovni až 1 V.

Z tabulek [18] jsem vybral Cauerův filtr 7. řádu s útlumovými póly na kmitočtech 296,4 MHz, 344 MHz a 561,7 MHz, se zvlněním 0,007 dB a s útlumem v nepropustném pásmu 45,4 dB. Ve skutečnosti byl nejvyšší útlumový pól posunut do okolí 500 MHz. Volba tak malého zvlnění

Základ obvodu tvoří monolitický převodník A/D ICL7106 a displej z tekutých krystalů. Doporučené napájecí napětí převodníku je nejvýše 13 V; proto je v zapojení použit rezistor R21. Odebírány proud je téměř konstantní, není proto třeba napětí stabilizovat. Postačí pouze filtrace kondenzátorem C11. Tento člen  $RC$  současně zamezuje pronikání impulsního rušení do napájecí větve 15 V. Referenční napětí převodníku se nastavuje trimrem R19. Ostatní součástky odpovídají doporučenému zapojení podle katalogu.

Případně zvlnění usměrněného napětí se vyhlažuje členem R7, C6. Jelikož má napětí, přiváděné na vstup převodníku, zápornou polaritu, je aktivován znaménkový signál na vývodu 20. Tento obdélníkový signál, který je v protifázi se signálem BP na vývodu 21, je využit k zobrazování desetinných teček. K přepínání teček slouží analogové spínače IO2c, IO2d. V rozpojeném stavu je na desetinné tečce stejný průběh jako na substrátu BP. V sepnutém stavu je průběh opačný – tj. v protifázi.

Na IO3 i Q1 vřele doporučuji použít objímky „Dolování“ vadného ICL7106 je jinak nesmírně pracné. Objímku na displej lze zhotovit rozříznutím běžné 40vvodové objímky.

## Napájecí zdroj

Tato deska byla navrhována jako poslední – po proměření proudových odberů všech ostatních bloků. Jednotlivé zdroje je nutno dimenzovat na tato proudová zatížení:

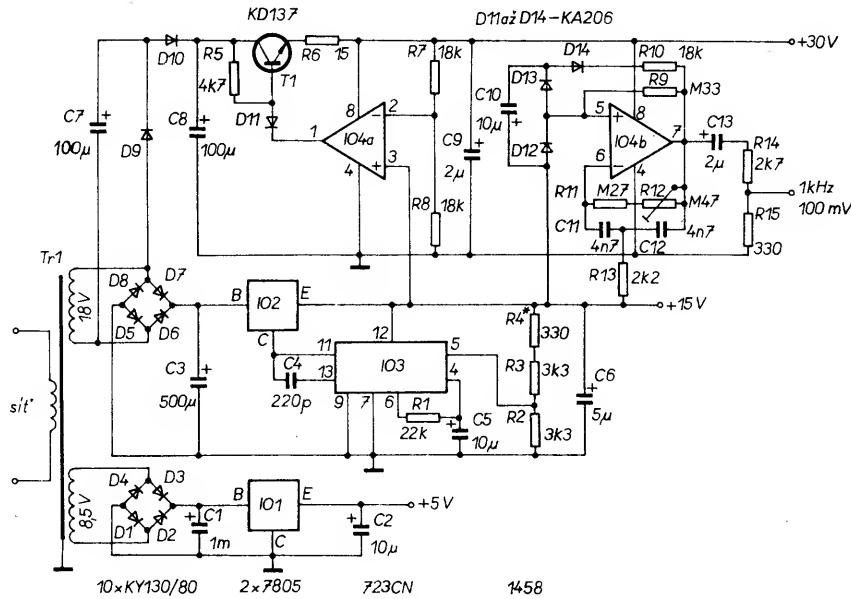
5 V/200 mA (pro CHMOS 120 mA),  
15 V/230 mA,  
30 V/ 10 mA.

Spolu s transformátorem a stejnosměrnými zdroji je na této desce i modulační generátor 1 kHz. Schéma zapojení celého bloku je na obr. 9.

Zapojení zdroje +5 V je obvyklé a je použit monolitický stabilizátor 7805.

Zdroj +15 V musí dodávat napětí se zvlněním o menším rozkmitu, než asi  $150 \mu V$ , aby parazitní kmitočtová modulace oscilátorů v analogové části byla zanedbatelná. Tuto podmíinku již nelze splnit s běžným monolitickým stabilizátorem. Speciální obvody typu „low drop“ nebyly v době konstrukce běžně k dispozici. Navrhly jsem proto zapojení s dvojitou stabilizací, které využívá obvod 7805 jako výkonového regulátoru a obvodu 723CN jako referenčního a řídicího prvku. Obvod IO3 je sám napájen už ze stabilizovaného napětí; na jeho činnosti se proto nikterak neprojeví zvlnění za usměrňovačem. Šum referenčního napětí je filtrován členem R1, C5. Stabilitu obvodu zajišťuje kapacita C4.

Zdroj +30 V je tvořen zesilovačem regulační odchytkou 104 a tranzistorem T1. Jako referenční napětí je použita napájecí větev 15 V. Dioda D11 a odpor



Obr. 9. Schéma zapojení napájecího zdroje a generátoru modulačního signálu

R6 zabezpečuje proudové omezení stabilizátoru. Vlivem substrátových přechodů se operační zesilovač v IO4 chová tak, jako by mezi vývody 1 a 8 byla zapojena dioda v propustném směru. Napětí na bázi T1 může být proto nejvýše o 1,5 V vyšší než na vývodu 8 IO4, čehož se využívá při proudovém omezování. Aby se ušetřilo jedno vinutí transformátoru, je napětí pro stabilizátor získáváno diodovým zdvojovačem z vinutí 18 V. Pro malé proudy je toto řešení výhodnější.

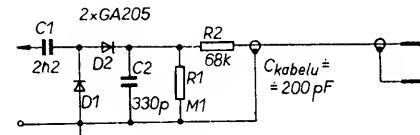
## Modulační generátor

U tohoto oscilátoru  $RC$  byl sledován požadavek dosáhnout co nejmenšího zkreslení sinusového signálu. Základním vodítkem bylo zapojení použité v [4], které má výhodu v tom, že neobsahuje žádné speciální součástky ke stabilizaci amplitudy, jako např. žárovku, termistor, atd. Toto zapojení jsem experimentálně upravoval až do konečné podoby. Realizovaný oscilátor má harmonické zkreslení asi 0,04 %.

### Vf detekční sonda

Sonda je při rozmitání zapojena před osciloskopem jako detektor signálu z měřeného objektu. Je vestavěna do kovové trubky o vnitřním průměru 8 mm a opatřena měřicím hrotom. Na destičku je uprostřed k zemnicí fólii připájena matice M3 pro šroub, který prochází otvorem ve stěně trubky a drží kablík, kterým se sonda uzemňuje na měřený objekt. Na vysokých kmitočtech je výhodnější co nejkratší – přímé – uzemnění na trubku, uzemnění kablíkem mřípkou deformačním zobrazenou křivkou.

Schéma zapojení je na obr. 10. Aby bylo výstupní napětí co největší, použil jsem diodový zdvojovač. Na pozici D1-D2 jsem zkoušel několik typů diod s malým saturačním napětím. Se Schottky-



Obr. 10. Zapojení vč. detekční sondy

ho diodami sonda značně reagovala na silné pole blízkých TV vysílačů ve IV. a V. pásmu. Při malých úrovních bylo pak přesnější měření prakticky zne- možněno. Je proto třeba použít diod, u nichž se při kmitočtech vyšších než 200 MHz zmenšuje detekční účinnost. Nejlépe se osvědčil běžný germaniový typ GA205. Použití diod se zlatým hrotom nepřinášelo žádné výrazné snížení prahového napětí. Vstupní kapacita se zvýšenými diodami je asi 3 pF.

Sonda je navržena pro vstupní kmitočet 100 kHz až 200 MHz. Pro dostatečné potlačení složky o kmitočtu vstupního signálu je přidána dolní propust, tvořená rezistorem R2 a kapacitou kabelu (asi 200 pF). Za kabelem se předpokládá připojení osciloskopu se vstupním impedancí 1 MΩ/30 pF. Kabel musí mít kvalitní stínění, jinak se do něj indukuje „brum“ (položíme-li na něj ruku). Ne každý stíněný nízkofrekvenční kabel je výhovující.

## Desky s plošnými spoji

Téměř všechny součástky jsou rozmištěny na deskách s plošnými spoji, které jsou na obr. 11 až 24. Desky hlavní číslicové části a hlavní analogové části jsou z oboustranně plátovaného kuprexitu. Deska hlavní číslicové části a deska měřicí modulace mají velmi malé pájecí body, proto je musíme pájet i vrtat opatrně.

Mimo desky jsou jen součástky útlumových článků a součástky, uvedené v seznamu pod hlavičkou „Základní šasi“.

## Seznam součástek

### Hlavní číslicová část

(údaje v závorkách platí pro HCMOS)

Rezistory ( $\pm 10\%$ , TR 212, není-li uvedeno jinak):

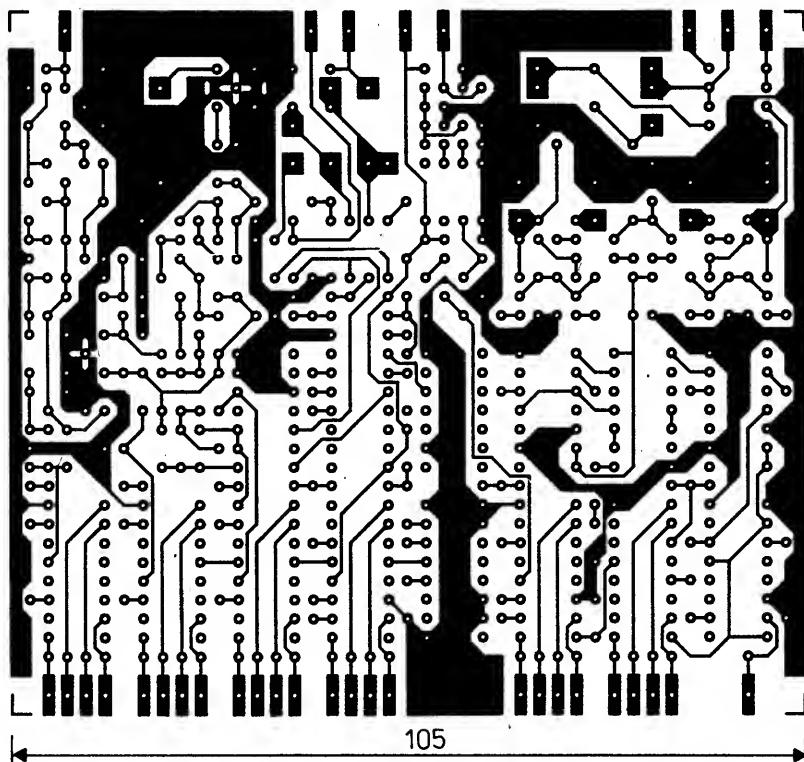
R1	33 k $\Omega$
R2	22 k $\Omega$
R3	100 $\Omega$
R4	1,8 k $\Omega$
R5	4,7 k $\Omega$
R6	470 $\Omega$
R7	0,1 M $\Omega$
R8	4,7 k $\Omega$
R9	1 k $\Omega$
R10	470 $\Omega$
R11	0,22 M $\Omega$
R12, R13	10 $\Omega$
R14	8,2 k $\Omega$
R15	1,8 k $\Omega$
R16, R17	2,7 k $\Omega$
R18	27 k $\Omega$
R19	2,2 M $\Omega$
R20, R21	15 k $\Omega$
R22	47 k $\Omega$
R23	0,22 M $\Omega$ , trimr TP 008
R24	56 $\Omega$
R25	1 M $\Omega$
R26	220 $\Omega$
R27	2,2 k $\Omega$
R28, R31	560 $\Omega$
R29	3,3 k $\Omega$
R30	2,2 (6,8) k $\Omega$
R32	100 (390) $\Omega$
R33	2,2 k $\Omega$ (470 $\Omega$ )
R34	3,9 k $\Omega$
R35	1,5 k $\Omega$
R36, R37	
R38, R39	2,7 k $\Omega$
R40	10 k $\Omega$
R41, R42	0,1 M $\Omega$
R43, R44	270 $\Omega$
R45	18 $\Omega$
R46	3,9 k $\Omega$
R47	1 k $\Omega$
R48	100 $\Omega$
R49	1,2 k $\Omega$ (330 $\Omega$ )
R50	3,9 k $\Omega$
R51	1,5 k $\Omega$
R52, R53	5,6 k $\Omega$
R54, R55	2,7 k $\Omega$
R56	1,2 k $\Omega$
R57-R81	4,7 (27) k $\Omega$
R82	33 k $\Omega$

### Cívky:

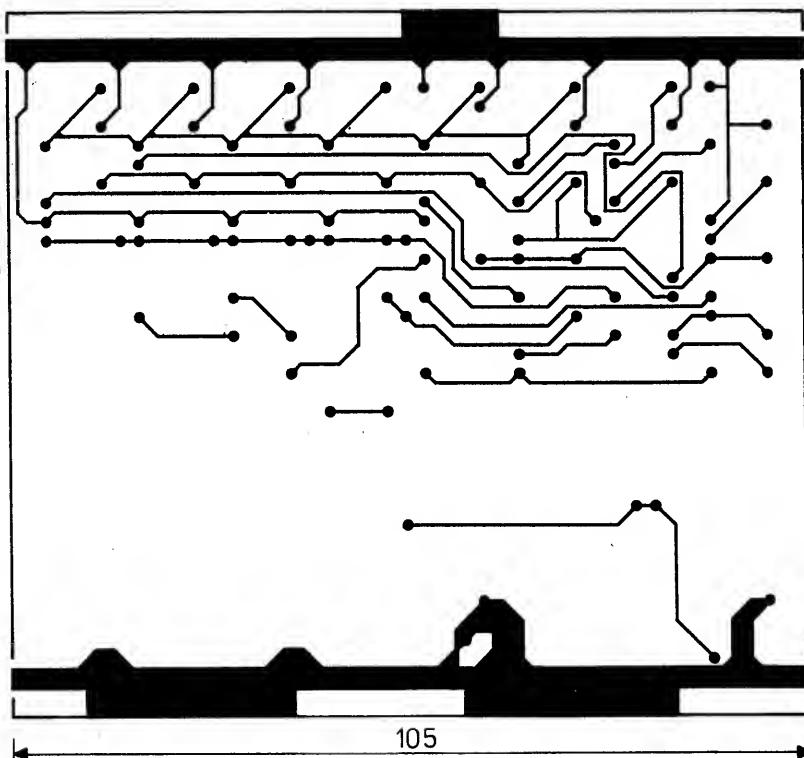
L1 11 z CuLo  $\varnothing 0,25$  mm na  $\varnothing 5$  mm (podle krystalu)  
 L2 4 z CuLo  $\varnothing 0,6$  mm na  $\varnothing 5$  mm na kostře bez krytu  
 L3 3 z CuLo  $\varnothing 0,3$  mm na  $\varnothing 1,5$  mm samonosné

Kondenzátory (libov. keramický, není-li uveden typ):

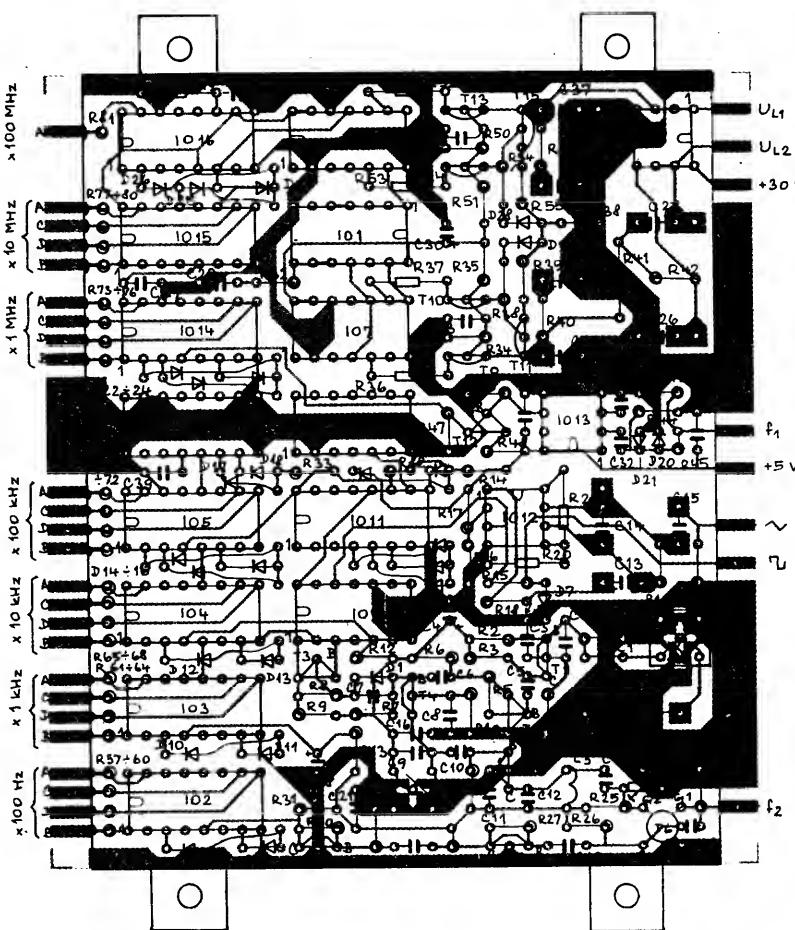
C1	220 pF/TGL5155 (podle krystalu)	C11	10 nF, TK 744	C23	47 nF
C2	470 nF/TGL5155	C12	10 pF	C24	22 $\mu$ F, TF 010
C3	220 pF/TGL5155	C13	22 $\mu$ F, TF 010	C25	2,2 $\mu$ F, TE
C4	10 $\mu$ F, TE 003	C14	0,22 $\mu$ F, TC 180	C26	0,1 $\mu$ F, TC 180
C5, C6	1 nF	C15	100 $\mu$ F, TF 009	C27	0,47 $\mu$ F, TC 205
C7	27 pF	C16	10 nF, TK 744	C28	10 $\mu$ F, TE 003
C8	3,3 nF, TK 744	C17	27 pF	C29	0,1 $\mu$ F
C9	47 pF	C18	5,6 pF	C30	10 $\mu$ F, TE 003
C10	5,6 pF	C19, C20	150 pF	C31	10 nF, TK 744
		C21	100 nF	C32, C33	1 nF
		C22	100 pF	C34	10 nF, TK 744



Obr. 11. Deska s plošnými spoji hlavní číslicové části (strana bez součástek)

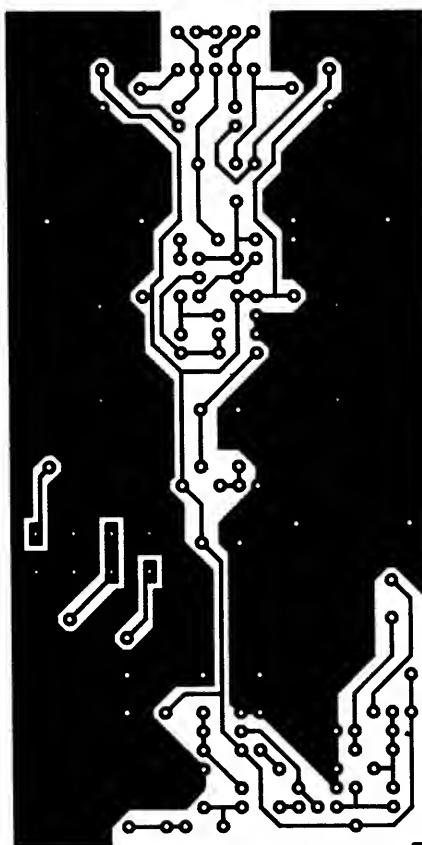


Obr. 12. Deska s plošnými spoji hlavní číslicové části (strana součástek)



Obr. 13. Osazení desky hlavní číslicové části součástkami

A729



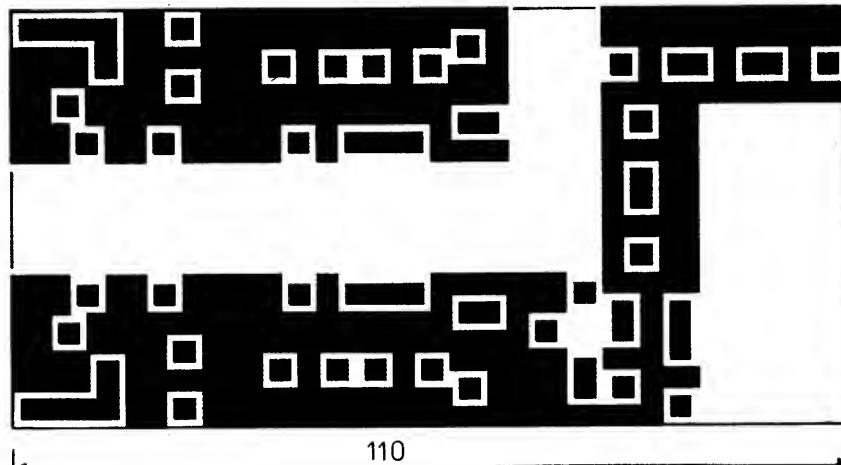
Obr. 14. Deska s plošnými spoji  
hlavní analogové části  
(strana bez součástek)

C35 47 nF  
 C36 10  $\mu$ F, TF 011  
 C37 0,47  $\mu$ F, TC 205  
 C38 0,1  $\mu$ F  
 C39 0,1  $\mu$ F  
 C40 (220 pF)

### Polovodičové součástky:

D1 až D6	KA206
D7	LQ1101 (červená)
D8 až D29	KA206
T1	SF245 (BF505, apod.)
T2, T3	KSY21
T4, T5	SF245 (BF . . .)
T6	KF907
T7, T8	SF245 (BF . . .)
T9, T10	KC237
T11	KC307
T12	KSY82
T13, T14	KC237
T15	KC307
IO1	MH74ALS00 (74HC00)
IO2 až IO4	MH74ALS192 (74HC192)
IO5 až IO6	MH74ALS193 (74HC193)
IO7	MH74ALS74 (74HC74)
IO8	MAB2741 (B082)
IO9	MH74LS90 (74HC90)
IO10	MHB4024
IO11	MHB4020
IO12	MA1458
IO13	U664B (SAB6456)
IO14 až IO16	MH74ALS192 (74HC192)
IO17	MH74ALS74 (74HC74)

*Krystal:*  
X 10 MHz pro sériovou rezonanci

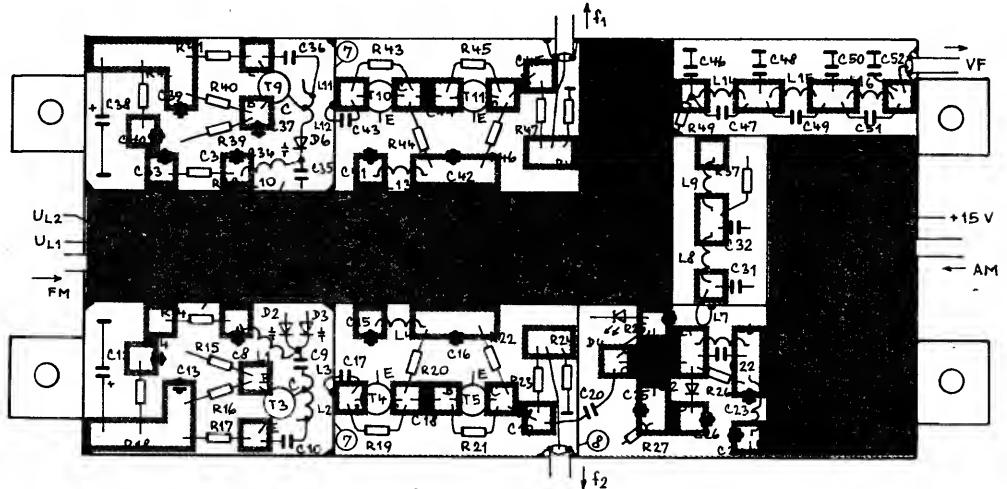


Obr. 15. Deska s plošnými spoji hlavní analogové části (strana součástek)

## Hlavní analogová část

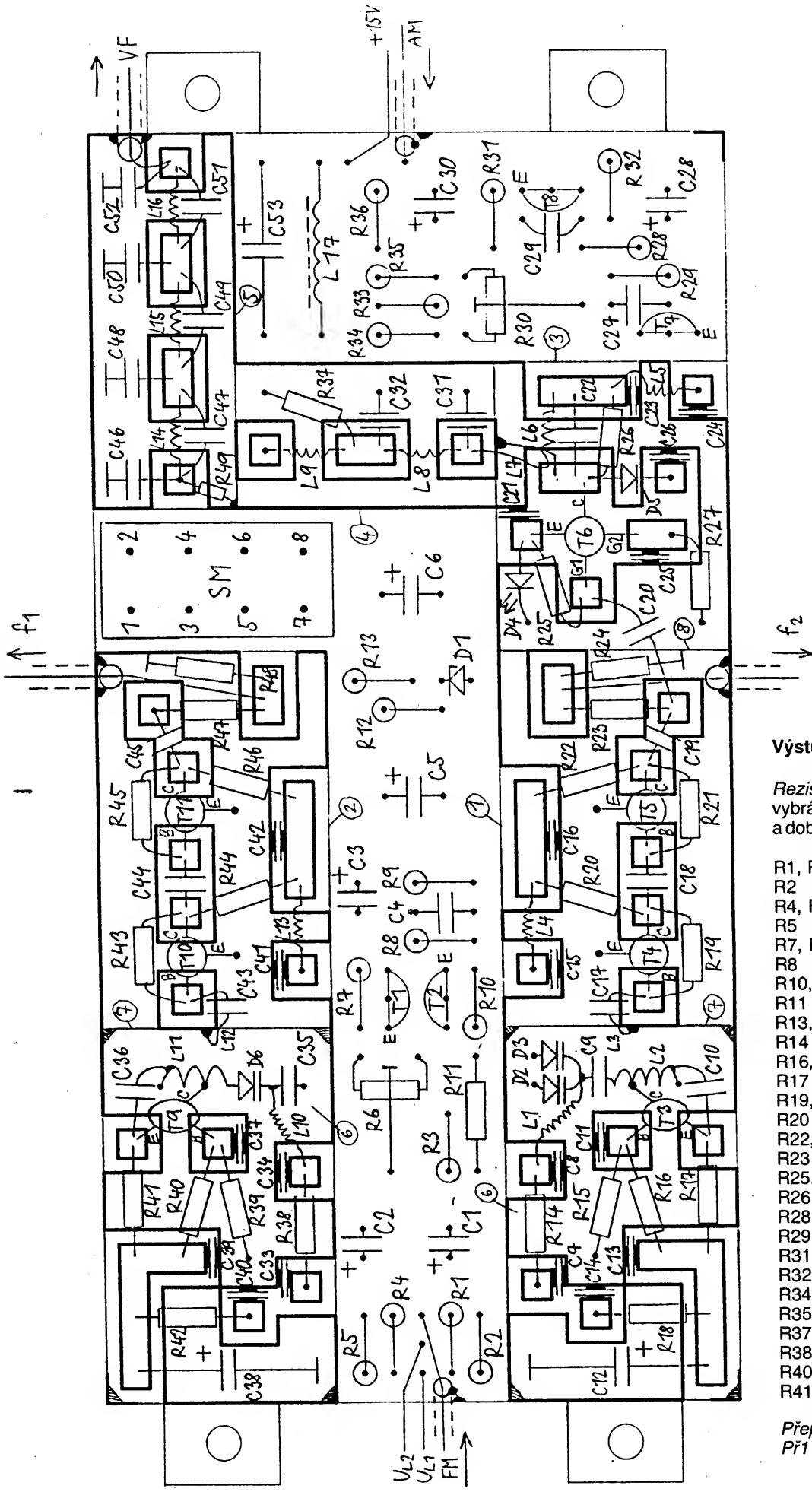
*Rezistory* ( $\pm 10\%$ , TR 212, není-li uvedeno jinak):

<b>Hlavní analogová část</b>			
R11			1,5 kΩ
R12			10 kΩ
<i>Rezistory</i> ( $\pm 10\%$ , TR 212, není-li uvedeno jinak):			1,5 kΩ
R13			100 Ω
R14			22 kΩ
R15			
R16			10 kΩ
R17			3,3 kΩ
R18			680 Ω
R19			0,1 MΩ
R20			1 kΩ
R21			68 kΩ
R22			680 Ω
R23			220 Ω
R24			56 Ω



▲ Obr. 16. Osazení desky hlavní analogové části součástkami ▶

R25	3,3 kΩ	C33, C34	1 nF, TK 661	L11	3 z CuSn o $\varnothing$ 0,5 mm.
R26	680 Ω	C35	22 pF		na $\varnothing$ 2,5 mm,
R27	1,5 kΩ	C36	10 pF		samonosně, mezera mezi
R28	0,15 MΩ	C37	1 nF, TK 661		závity 0,5 až 1 mm
R29	10 kΩ	C38	10 $\mu$ F/15 V		– odbočky na 1/3 z
R30	330 Ω, trimr TP 009	C39 až C42	1 nF, TK 661		(připojení C36), na
R31	1 kΩ	C43	47 pF		2 1/4 z (připojení T9)
R32	18 kΩ	C44, C45	33 pF		– pravotočivě
R33	12 kΩ	C46	8,2 pF	L12	1/2 z, vazební smyčka,
R34	33 kΩ	C47	1,8 pF		zasahující asi 1,5 mm do
R35	0,47 MΩ	C48	18 pF		oscilátorové komůrky,
R36	15 kΩ	C49	8,2 pF		tvořená vývodem C43
R37	33 Ω	C50	15 pF	L13	0,2 $\mu$ H, 20 z CuL
R38	100 Ω	C51	6,8 pF		$\varnothing$ 0,15 mm na $\varnothing$ 2 mm,
R39	22 kΩ	C52	4,7 pF		samonosně
R40	10 kΩ	C53	10 $\mu$ F/15 V	L14	42 nH, 6 z CuL
R41	2,2 kΩ	Cívky:			$\varnothing$ 0,5 mm na $\varnothing$ 2 mm,
R42	680 Ω	L1	0,2 $\mu$ H, 20 z CuL		samonosně, závity těsně
R43	27 kΩ		$\varnothing$ 0,15 mm na $\varnothing$ 2 mm,	L15	u sebe
R44	470 Ω, 0,25 W	L2	samonosně		31 nH, 5 z CuL
R45	12 kΩ		4,5 z CuSn o $\varnothing$ 0,5 mm na		$\varnothing$ 0,5 mm na $\varnothing$ 2 mm,
R46	220 Ω, 0,5 W		$\varnothing$ 2,5 mm samonosně,		samonosně, závity těsně
R47	820 Ω		mezera mezi závity 0,5 až		u sebe
R48	56 Ω		1 mm	L16	29 nH, 5 z CuL
R49	120 Ω, viz text		– odbočky na 1/3 z		$\varnothing$ 0,5 mm na $\varnothing$ 2 mm,
Kondenzátory (libovolný keramický, není-li uveden typ):			(připojení C10), na		samonosně, závity těsně
C1	10 $\mu$ F, TE 005		3 1/4 z (připojení T3)		u sebe
C2	2 $\mu$ F, TE 005		– levotočivě	L17	5 $\mu$ H, na feritové tyče
C3	10 $\mu$ F, TE 003	L3	1/2 z vazební smyčka,		(CuL, $\varnothing$ asi 0,3 mm)
C4	560 pF, TK 794		zasahující asi 0,5 mm do		
C5, C6	50 $\mu$ F, TE 004	L4, L5	oscilátorové komůrky,		
C7, C8	1 nF, TK 661		tvořena vývodem C17		
C9	12 pF		0,2 $\mu$ H, 20 z CuL		
C10	10 pF	L6	$\varnothing$ 0,15 mm na $\varnothing$ 2 mm,		
C11	1 nF, TK 661		samonosně		
C12	10 $\mu$ F/15 V	L7	4 z CuL o $\varnothing$ 0,5 mm na $\varnothing$		
C13 až C16	1 nF, TK 661		2 mm, samonosně,		
C17	47 pF		pravotočivě		
C18 až C20	33 pF		3/4 z, vazební smyčka		
C21	1 nF, TK 661	L8	$\varnothing$ Cu Sn o $\varnothing$ 0,5 mm na $\varnothing$		
C22	8,2 pF		2 mm, přitisknutá z boku		
C23, C24	1 nF, TK 661		k L6		
C25	100 pF, TK 621	L9	15 nH, 3 z CuL		
C26	47 pF, TK 691		$\varnothing$ 0,5 mm na $\varnothing$ 2 mm,		
C27	47 pF		samonosně, závity těsně		
C28	2 $\mu$ F, TE 005		u sebe		
C29	120 pF		30 nH, 5 z CuL		
C30	2 $\mu$ F, TE 005	L10	$\varnothing$ 0,5 mm na $\varnothing$ 2 mm,		
C31	22 pF		samonosně		
C32	15 pF		0,2 $\mu$ H, 20 z CuL		
			$\varnothing$ 0,15 mm na $\varnothing$ 2 mm,		
			samonosně		
Položky součástky:					
			D1	KZ241/9	
			D2, D3	KB109G	
			D4	LQ1701 (zelené)	
			D5	KA223	
			D6	KB109G (viz text)	
			T1	KC239	
			T2	KC309	
			T3	BF479 (BF679, apod.)	
			T4, T5	BFR91	
Směšovač:					
			SM	UZ07	

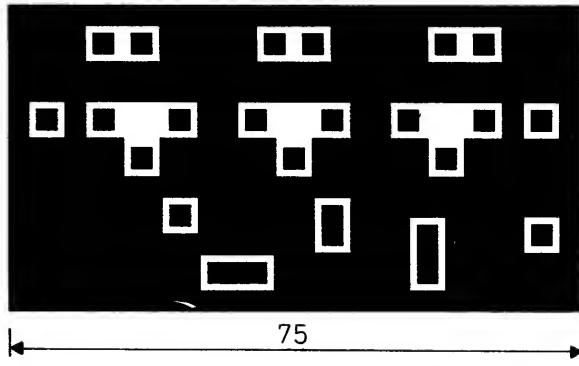


#### Výstupní útlumové články

Rezistory ( $\pm 1\%$ , TR 191, vybrány a dobroušeny z řady E24):

R1, R3	53,3 $\Omega$
R2	790 $\Omega$
R4, R6	96 $\Omega$
R5	71 $\Omega$
R7, R9	61 $\Omega$
R8	248 $\Omega$
R10, R12	53,3 $\Omega$
R11	790 $\Omega$
R13, R15	870 $\Omega$
R14	5,8 $\Omega$
R16, R18	436 $\Omega$
R17	11,6 $\Omega$
R19, R21	292 $\Omega$
R20	17,6 $\Omega$
R22, R24	221 $\Omega$
R23	23,9 $\Omega$
R25, R27	178,5 $\Omega$
R26	30,4 $\Omega$
R28, R30	150,5 $\Omega$
R29	37,4 $\Omega$
R31, R33	131 $\Omega$
R32	45 $\Omega$
R34, R36	116 $\Omega$
R35	53 $\Omega$
R37, R39	105 $\Omega$
R38	61,5 $\Omega$
R40, R42	96 $\Omega$
R41	71 $\Omega$

Přepínače:  
Př1 až Př8 tlačítkové  
mikrospínače  
fy Omron  
Př WK.53337



Obr. 17. Deska s plošnými spoji výstupního zesilovače

### Výstupní zesilovač 40 dB

Rezistory ( $\pm 10\%$ , TR 212, není-li uvedeno jinak):

R1	10 k $\Omega$
R2	15 $\Omega$ , TR 191
R3	12 $\Omega$ , TR 191
R4	56 k $\Omega$
R5, R6	330 $\Omega$
R7	820 $\Omega$
R8	47 $\Omega$
R9	15 $\Omega$ , TR 191
R10	12 $\Omega$ , TR 191
R11	15 k $\Omega$
R12, R13	330 $\Omega$
R14	330 $\Omega$ , 0,25 W
R15	12 $\Omega$
R16	15 $\Omega$ , TR 191
R17	12 $\Omega$ , TR 191
R18	6,8 k $\Omega$ , viz text
R19, R20	330 $\Omega$
R21	100 $\Omega$ /1 W
R22	10 k $\Omega$

A730

### Kondenzátory:

C1	1 $\mu$ F, TE 135
C2	33 pF, TK 774
C3	1 $\mu$ F, TE 135
C4	1 nF, TK 661
C5	10 $\mu$ F/15 V
C6	1 $\mu$ F, TE 135
C7	33 pF, TK 774
C8	1 $\mu$ F, TE 135
C9	1 nF, TK 661
C10	10 $\mu$ F/15 V
C11	1 $\mu$ F, TE 135
C12	33 pF, TK 774
C13	1 $\mu$ F, TE 135
C14	1 nF, TK 661
C15	10 $\mu$ F/15 V

C16 1  $\mu$ F, TE 135

C17 50  $\mu$ F/15 V

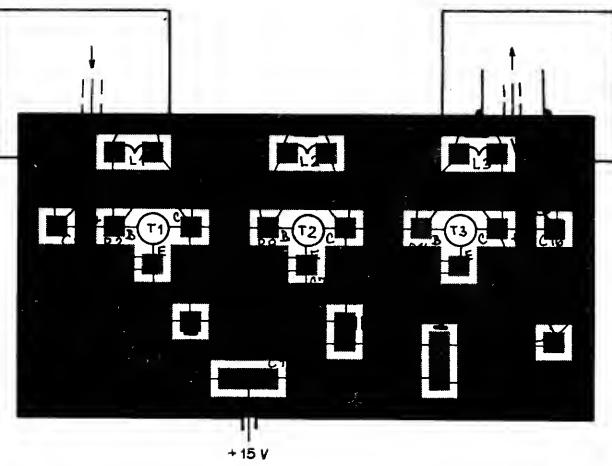
C18 1 nF, průchodkový

### Cívky:

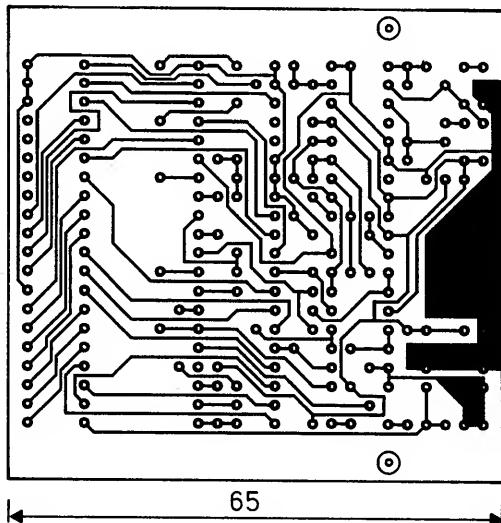
L1 až L3	10 z CuL o $\varnothing$ 0,25 mm na $\varnothing$ 2 mm, samonosně
L4	8 mH ve feritovém hrnčíku 0,4 $\mu$ H, 25 z CuL o $\varnothing$ 0,5 mm
L5	na $\varnothing$ 3 mm, samonosně

### Polovodičové součástky:

T1	BFR90
T2	BFR91
T3	BFR96



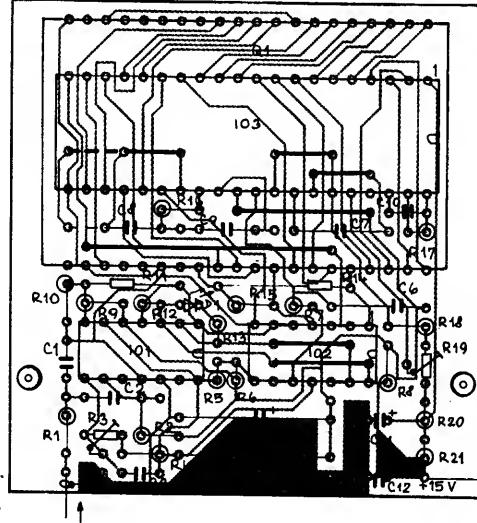
Obr. 18. Osazení desky výstupního zesilovače součástkami (mezera mezi dnem krabičky a deskou je asi 5 mm)



Obr. 19. Deska s plošnými spoji měřiče modulace

A731

Obr. 20. Osazení desky měřiče modulace



### Měřič modulace

Rezistory ( $\pm 10\%$ , TR 212, není-li uvedeno jinak):

R1	15 k $\Omega$
R2	82 k $\Omega$ , MLT ( $\alpha_R$ kladný)
R3	47 k $\Omega$ , trimr TP 008
R4	56 k $\Omega$ ( $\alpha_R$ záporný)
R5	9,9 k $\Omega$ , 1 %
R6	100 $\Omega$ , 1 %
R7	1 M $\Omega$
R8	1,8 k $\Omega$
R9	68 $\Omega$ (viz text)
R10	5,6 k $\Omega$
R11	56 k $\Omega$
R12	18 k $\Omega$

R13 1,5 k $\Omega$

R14, R15 1 M $\Omega$

R16 47 k $\Omega$

R17 0,1 M $\Omega$

R18 470  $\Omega$

R19 330  $\Omega$ , trimr TP 008

R20 22 k $\Omega$

R21 1,8 k $\Omega$

Kondenzátory (libovolný nekeramický, není-li uveden typ):

C1	120 pF, TK 774
C2	0,47 $\mu$ F
C3	4,7 nF, TK 744
C4, C5	47 $\mu$ F, TF 009

C6 47 nF

C7 100 nF

C8 0,22  $\mu$ F

C9 0,47  $\mu$ F

C10 100 pF, TK 794

C11 20  $\mu$ F, TE 004

C12 5  $\mu$ F, TE 004

### Polovodičové součástky:

D1	VQA47
IO1	LM339
IO2	CD4066
IO3	ICL7106
Displej:	
Q1	4DR821B

### Napájecí zdroj

Rezistory ( $\pm 10\%$ , TR 212 není-li uvedeno jinak):

R1	22 k $\Omega$
R2, R3	3,3 k $\Omega$
R4	330 $\Omega$ (viz text)
R5	4,7 k $\Omega$
R6	15 $\Omega$
R7, R8	18 k $\Omega$ (shoda odporu 1 %)
R9	0,33 M $\Omega$
R10	18 k $\Omega$
R11	0,27 M $\Omega$
R12	0,47 M $\Omega$ , trimr TP 008
R13	2,2 k $\Omega$
R14	2,7 k $\Omega$
R15	330 $\Omega$

Kondenzátory:

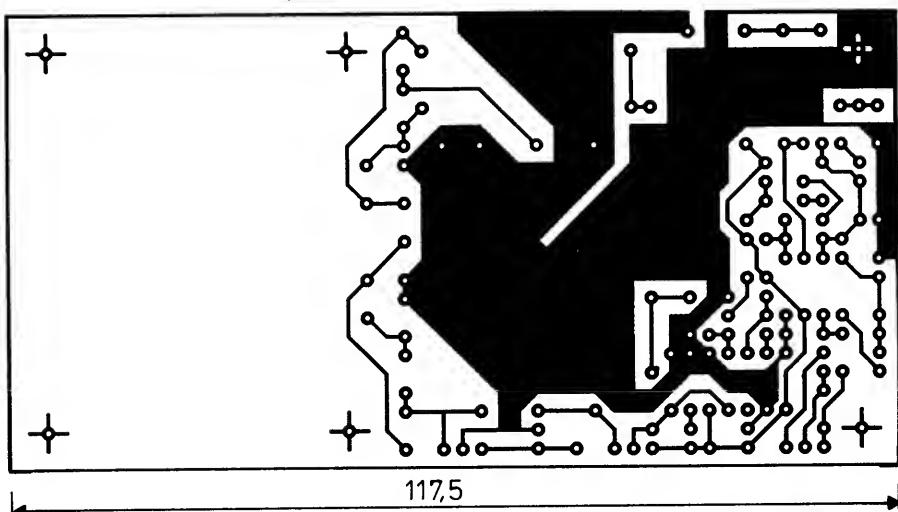
C1	1 mF/15 V
C2	10 $\mu$ F/TE 003
C3	500 $\mu$ F/35 V
C4	220 pF, TK 774
C5	10 $\mu$ F, TE 003
C6	5 $\mu$ F, TE 004
C7	100 $\mu$ F/40 V
C8	100 $\mu$ F/63 V
C9	2 $\mu$ F, TE 005
C10	10 $\mu$ F, TE 003
C11, C12	4,7 nF, TC 237
C13	2 $\mu$ F, TE 005

Polovodičové součástky:

D1 až D10	KY130/80
D11 až D14	KA206
T1	KD137
IO1, IO2	7805
IO3	723CN
IO4	MA1458

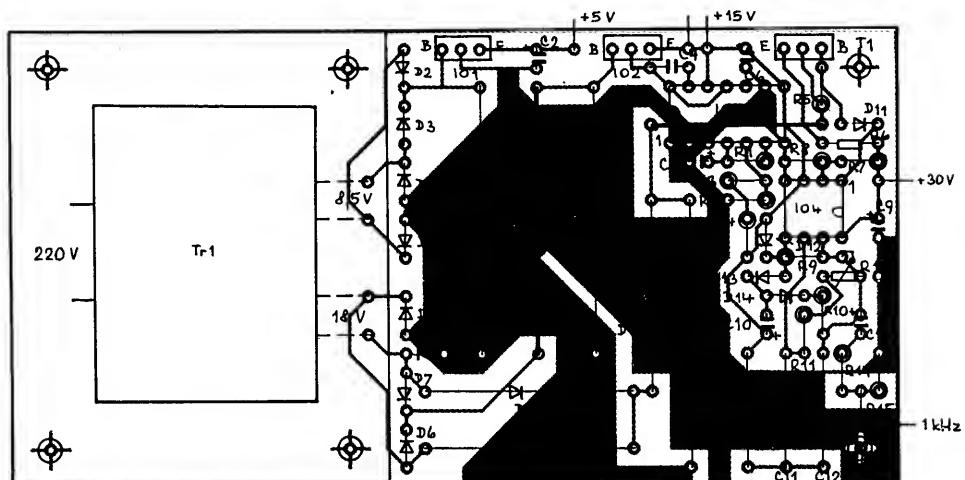
Transformátor:

Tr1 primární vinutí:  
220 V – 2400 z/ $\varnothing$  0,18  
sekundární vinutí:  
8,5 V – 98 z/ $\varnothing$  0,4 mm  
 jádro EI20  $\times$  20

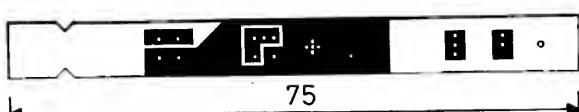


Obr. 21. Deska s plošnými spoji zdroje

A732

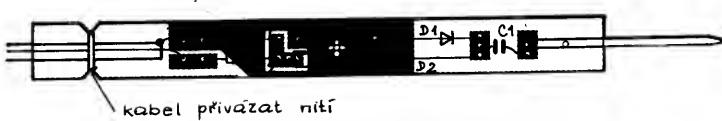


Obr. 22. Osazení desky zdroje



Obr. 23. Deska s plošnými spoji detekční sondy

A733



Obr. 24. Osazení desky detekční sondy

### Detekční sonda

Rezistory ( $\pm 10\%$ , TR 212):

R1	0,1 M $\Omega$
R2	68 k $\Omega$

Kondenzátory:

C1	2,2 nF, TK 744
C2	330 pF, TK 794

Polovodičové součástky:

D1, D2	GA205
--------	-------

### Základní šasi

Rezistor:

R1	10 k $\Omega$ , TR 212
----	------------------------

Kondenzátory:

C1	10 nF, TK 744
C2	0,47 $\mu$ F, TE 135

Potenciometr:

P1	5 k $\Omega$ , logaritmický, TP 160
----	--

Cívka

L1	4 $\mu$ H, na feritové tyčce, CuL, $\varnothing$ asi 0,3 mm
----	--

Konstrukční díly:

Př1	TS 122 4231
Př2	posuvný dvou- polový přepínač
S1	siťové tlačítko ISOSTAT
volič f	TS 211 02 01 (7 ks)
Po	pojistka TO,2A
konektory	
BNC	(4 ks)
síťová šnůra Flexo	

## Mechanická konstrukce

Skřínka přístroje je zhotovena z hliníkového plechu a slouží současně jako celkové stínění. Výkresy skřínky jsou na obr. 26; konstrukci přibližují fotografie na obr. 27 až 30.

Základní šasi se skládá z předního a zadního panelu, levé bočnice, středního dílu a pravé bočnice. Střední díl využívá šasi a odstíňuje výstupní obvody generátoru od hlavní číslicové části.

Plášť skříňky je tvořen dvěma shodnými díly tvaru **U**, které jsou přišroubovány k bočnicím. Jelikož jsem neměl k dispozici vhodné nýtovací matice, je k oběma bočnicím z vnitřní strany přinýtován pásek z tlustšího ocelového plechu. Do něj jsou vyříznuty závity M3 pro přišroubování obou dílů pláště.

Císlicová část, analogová část a napájecí zdroj jsou přišroubovány na držáky, vyhnuté z bočnic a středního dílu.

Způsob elektrického propojení jednotlivých bloků není až na výjimky kritický. Kromě propojení výstupního zesilovače, jež bylo popsáno v předchozím textu, se týká vodiče, kterým je vedeno ladící napětí  $U_{L1}$  z číslicové části do analogové. I velmi nepatrná indukovaná napětí mohou způsobovat parazitní kmitočtovou modulaci VCO1. Síťový transformátor proto musí být co nejdále od tohoto vodiče. Elektrostatické stínání vodiče je neúčinné, protože jde o magnetickou indukci, vytvářející mezi oběma konci vodiče rozdílný napěťový potenciál. Aby bylo toto byť malé rušivé napětí minimalizováno, vytvořil jsem jakousi kompenzační smyčku. Z analogové části je vodič  $U_{L1}$  veden nejdříve rovně k zadnímu panelu, tam se obrací, a přes horní víko analogové části se rovně přivádí k číslicové části (viz fotografie).

Výkonové součásti zdroje jsou k zadnímu panelu přišroubovány izolovaně přes slídové podložky. Totéž platí i pro stabilizátor +5 V (nesmí dojít ke dvojímu zejménnění).

## Uvedení přístroje do chodu

K úspěšnému uvedení do provozu je nezbytné mít alespoň digitální

multimetr, osciloskop, čítač do 500 MHz a vf milivoltmetr. Doporučen je sací měřič rezonance (grid-dip metr), spektrální analyzátor, měřič kmitočtového zdvihu a ní milivoltmetr.

Základní oživování je vhodné dělat postupně po jednotlivých deskách, konečné seřízení až na kompletním oživeném generátoru. Začneme tedy deskou zdroje.

## Oživení zdroje

Všechny napájecí vodiče vedoucí od zdroje k dalším blokům jsou zatím odpojeny.

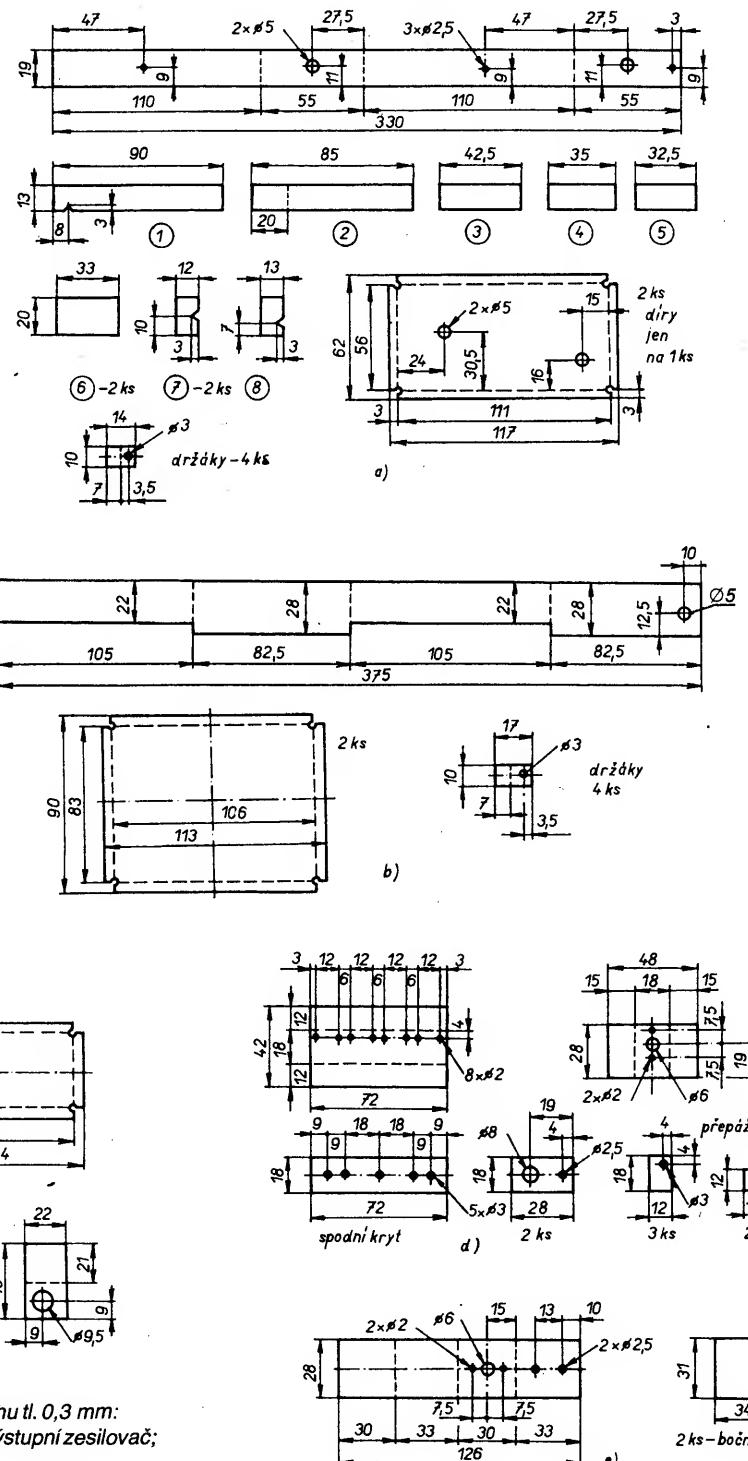
Celá zdrojová deska by měla pracovat na první zapojení. Změnou odporu

rezistoru R4 se pouze nastaví výstupní napětí na  $15 \pm 0,1$  V. Výstupní napětí zdroje  $30 \pm 0,3$  V lze podle potřeby seřídit děličem R7, R8. Pak se trimrem R12 nastaví kmitočet oscilátoru na 1 kHz a zkontroluje se jeho sinusový průběh a amplituda (asi 150 mV).

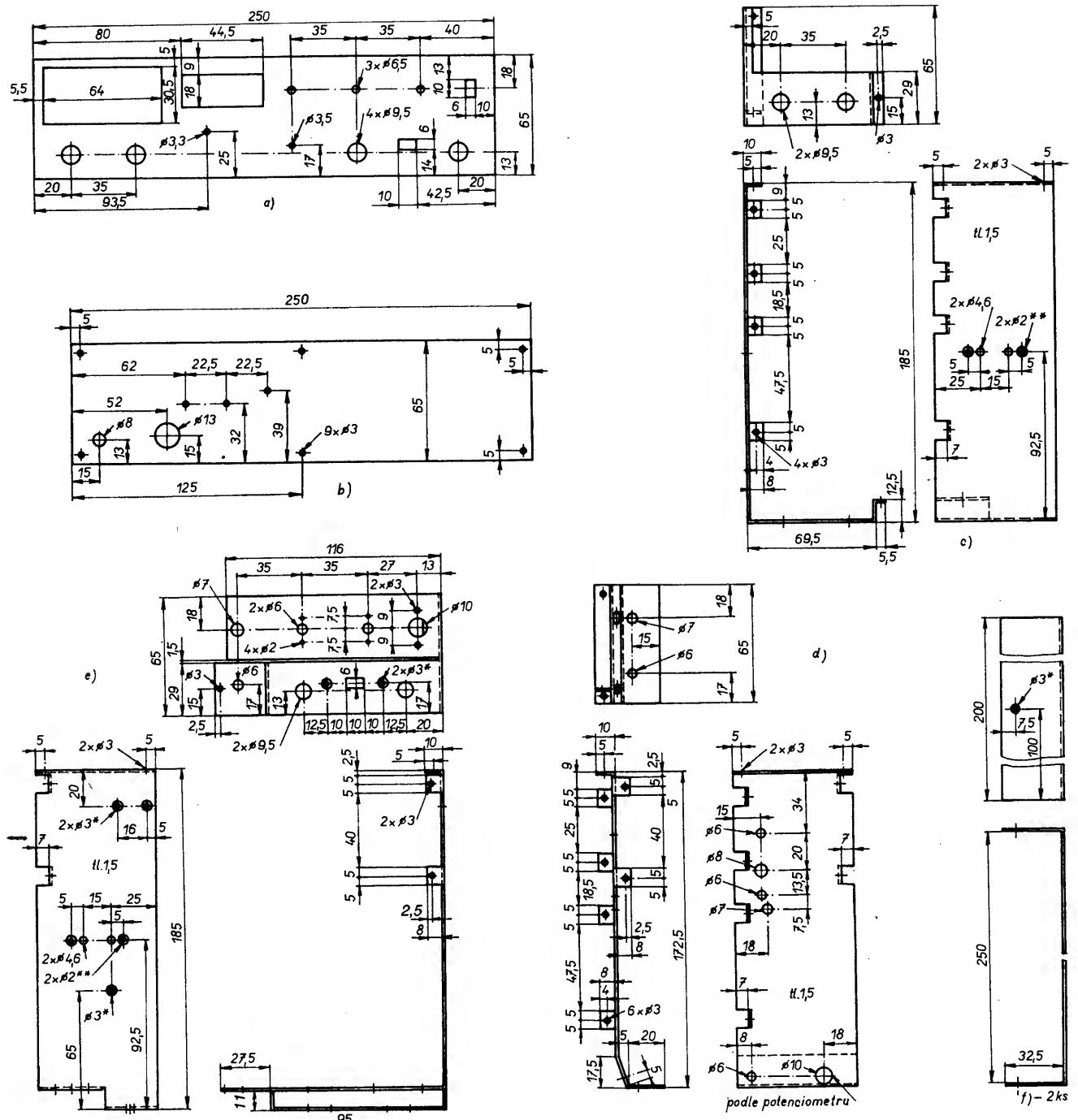
### Oživení analogové části

Připojíme-li napájecí zdroj, měly by obvody této desky odebírat proud asi 100 mA. Na vstup ladícího napětí  $U_{L2}$  přivedeme napájecí napětí 15 V, na vstup  $U_1$  regulovatelné napětí 3 až 30 V

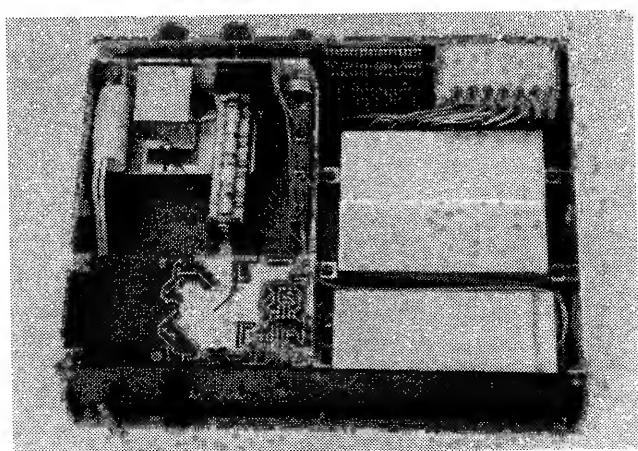
Čítačem měříme kmitočet VCO<sub>2</sub> a stlačením nebo roztažením cívky L2



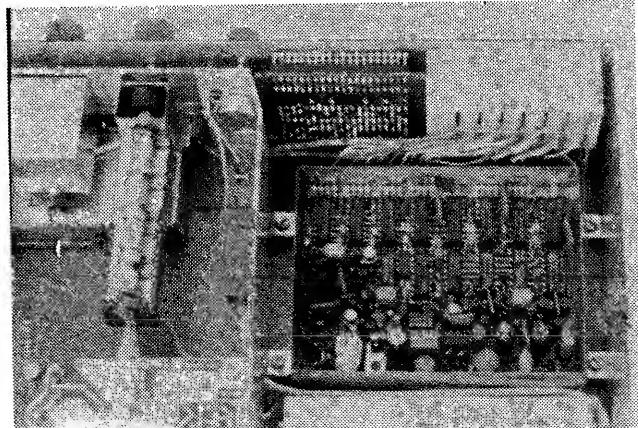
Obr. 25. Mechanické součásti z pocívananého plechu tl. 0,3 mm:  
 a – hlavní analogová část; b – hlavní číselcová část; c – výstupní zesilovač;  
 d – hrubý dělič; e – iemný dělič



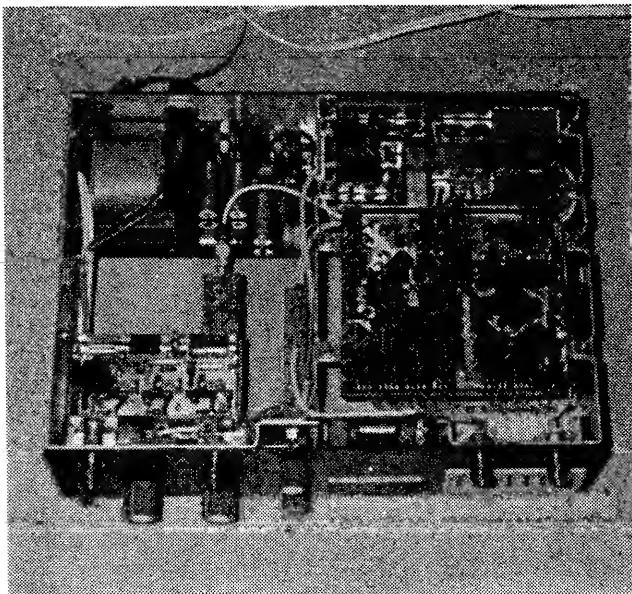
Obr. 26. Mechanické díly skříňky



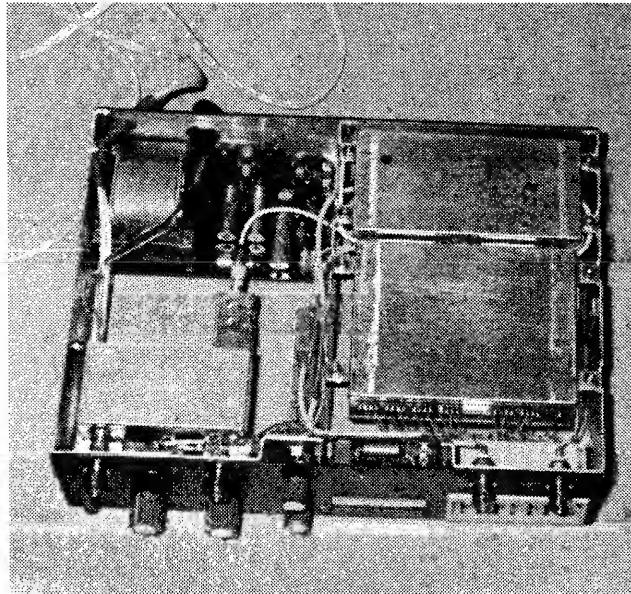
Obr. 27. Pohled na přístroj shora



Obr. 28. Detail pohledu shora po sejmání krytu bloku hlavní číslicové části



Obr. 29. Pohled zdola



Obr. 30. Pohled zdola při sejmoutých krytech bloků

jej nastavíme do rozmezí 299 až 300 MHz. Podobně se cívkou L11 nastaví i kmitočet VCO1. V rozsahu 300 až 499 MHz se musí ladící napětí „vejít“ s určitou rezervou do rozmezí 3,2 až 28 V. To je maximální možný napěťový rozsah fázového detektoru v číslicové části. Rozsah ladění lze v případě potřeby zvětšit mírným zvětšením kapacity C35. Fázový šum VCO1 lze o něco zmenšit výběrem varikapu D6 z většího počtu kusů. K tomu však musíme mít měřič zdvihu, nebo alespoň kvalitní přijímač FM.

— Přihýbáním smyček L3 a L12 pak nastavíme vf napětí na výstupech od dělovacích zesilovačů do rozmezí, uvedeného ve schématu (měřeno vf millivoltmetrem i při přeladování). Potom již můžeme kmitavé obvody oscilátorů zakapat (nebo spíše zalít) voskem. Fixují se jím všechny součástky, které mají vliv na oscilační kmitočet (L1, D2, D3, C9, L2, L3, C10, T3, L10, C35, D6, L11, L12, C36, T9). Nakonec oba oscilátory uzavřeme víčky a po obvodu důkladně zapojíme. Pozor — vosk i víčka mají vliv na oscilační kmitočet, musíme jej při práci stále kontrolovat a případně odchylky ihned opravit!

Rezonanční obvod v obvodu kolektoru T6 se ladí roztažením nebo stlačením cívky L6 na minimum stejnosměrného regulačního napětí elektrody G<sub>2</sub>. Po nalezení minima je pro optimální činnost modulátoru vhodné cívku L6 mírně stlačit. To zabezpečí na kmitočtu f<sub>2</sub> mírně kapacitní zátěž tranzistoru T6. Při indukčním charakteru zátěže má T6 snahu při promodulování nakmitávat. Ladění tohoto rezonančního obvodu není příliš ostré. Nebude-li ani při značném roztažení L6 dosaženo minima ss napětí, nemusíme si s tím dělat velké starosti. V tomto případě, pokud modulátor správně moduluje (ověřit osciloskopem na výstupu), úplně postačí nechat cívku tak, jak je.

Cívky L8, L9, L14, L15, L16 není nutné ladit. Jejich indukčnost je dostačně přesně definována tím, že závity

jsou těsně u sebe v co nejvíce stlačeném stavu.

#### Oživení číslicové části

Po připojení napájecího napětí odebírají obvody desky ze zdroje 5 V proud asi 200 mA (s HCMOS asi 120 mA), ze zdroje 30 V asi 5 až 10 mA.

Nejdříve je nutno zkontovalovat krystalový oscilátor. Kmitočet 10 MHz měříme čítačem, připojeným na vstup IO9. Změnou indukčnosti cívky L1, příp. kapacity kondenzátoru C1 jej nastavíme na přesnou hodnotu. Pokud s daným krystalem kapacita C1 vychází velmi malá (jednotky až desítky pF), je lépe namísto L1 zapojit dodačovací kondenzátor. Podle mých zkušeností takovéto krystaly pro paralelní rezonanci mají horší teplotní stabilitu. Nemusí to však být pravidlem.

Po oživení oscilátoru zkontovalujeme správnou činnost děliček časové základny a integrátoru IO12.

Laděné obvody násobiče se ladí na maximum uvedené harmonické složky pomocí sacího měřiče rezonance nebo smyčkou volně navázanouho analyzátoru. V nejhorším případě lze použít i čítač, to však vyžaduje značnou zkušenosť. Cívka L3 se ladí roztažením nebo stlačením závitu. Trimr R23 při tom má být asi v polovině své dráhy.

Po propojení bloku s analogovou částí by již měl pracovat první syntezátor. Pokud nepracuje, je třeba hledat závadu. Může se stát (zejména u HCMOS), že syntezátor pracuje, ale při určitých nastavených kmitočtech je skutečný kmitočet v jednotkách, desítkách nebo stovkách jiný. V tom případě je nutno experimentovat s kapacitou kondenzátoru C40 (je-li použit), příp. ještě R49. Obecně lze říci, že čím je menší odpor rezistoru R49, tím je funkce stabilnější. Při malém odporu se však zvětšuje odebíraný proud a také výstupy děličů jsou nadměrně zatěžovány.

Před oživováním druhého syntezátora musí být přesně nastavena cívka násobiče L2 a L3. Při změně odporu trimru

R23 by měl syntezátor začít pracovat. Běžce trimru nastavíme doprostřed pásmu správné činnosti mezi oba krajní body vysazeni. U verze s obvody HCMOS je vhodné zkontovalovat střední hodnotu ss napětí na kolektoru T8 a případnou změnou odporu R30 ji nastavit na 2,5 V. Pokud ani potom syntezátor nepracuje, je zřejmě v zapojení závada.

#### Oživení měřiče modulace

Tuto desku je výhodné oživit ještě před přišroubováním do generátoru, protože potom je již k součástkám obtížný přístup. Po připojení k napájecímu napětí kontrolujeme provozuschopnost celého bloku. Odebíraný proud je asi 7 mA, při rozsvícení diody D1 asi 15 mA.

Dále je vhodné změřit stejnosměrné napětí na C5 a C11. Při zkratovaném vstupu ověříme, zda rozsah trimru R3 je dostatečný k nastavení nuly. Pokud ne, doporučují pro dobrou teplotní stabilitu nuly raději vyměnit IO1, než upravovat odpor R4. Změnou odporu rezistoru R9 lze ovlivnit úroveň přepínání na vyšší rozsah. Má být asi 150 až 190 mV.

#### Oživení výstupního zesilovače

Stejně jako u předchozích bloků nejdříve kontrolujeme odebíraný proud, který by měl být asi 115 mA. Pak změříme kolektorové napětí jednotlivých tranzistorů. Aby se při tom zesilovač nerozkrmital, musíme odpojit kondenzátory C6 a C11. Na pracovních bodech T1 a T2 příliš nezáleží. Napětí na kolektoru T3 nastavíme případnou změnou odporu rezistoru R18 na 7±0,5 V. Nakonec zkontovalujeme, zda je celý zesilovač schopen funkce. Seřizujeme jej až s kompletně oživeným a seřízeným generátorem.

#### Nastavení a seřízení celého generátoru

K této závěrečné práci přikročíme, pokud všechny obvody správně pracují a celý generátor je zkompletován.

Začneme nastavením základní úrovně výstupního napětí analogové části.

Nejdříve je však třeba určit odpor rezistoru R49: Při zatížení výstupu odporem  $50 \Omega$  se musí napětí zmenšit na polovinu. Přihýbáním smyčky L7 z boku k cívce L6 nastavíme výstupní napětí 10 mV na zátěži  $50 \Omega$ . Měříme nejlépe nf milivoltmetrem na kmitočtu rádiové 100 kHz, aby se neuplatnil výstupní filtr za směšovačem.

Je vhodné zjistit kolísání amplitudy výstupního napětí v celém kmitočtovém rozsahu. Měříme při úrovni 10 mV bud' vf milivoltmetrem při zátěži  $50 \Omega$ , nebo spektrálním analyzátem. Případné nedostatky lze částečně upravit změnou paralelních kapacit ve výstupním filtru (hlavně C46, příp. i C48).

Dalším krokem je nastavení základního zesílení výstupního zesilovače. Měříme napětí při vráženém zesilovači a bez něj na zátěži  $50 \Omega$  nf milivoltmetrem při kmitočtu rádiové 100 kHz. Úpravou, příp. dobroušením rezistorů R3, R10 a R17 nastavíme zisk přesně na 40 dB. Zesilovač přitom nesmí kmitat!

Při dalším měření sledujeme kolísání výstupního napětí zesilovače v celém kmitočtovém rozsahu generátoru. Shodným roztažením nebo stlačením cívek L1, L2 a L3 dosáhneme žádaného zisku na vysokých kmitočtech.

Poslední operací je seřízení úrovní modulačních signálů. V praxi se mi nejlépe osvědčil tento postup: Trim R3 v měřiči modulace nejdříve seřídime na nulový údaj. Potom v režimu SWEEP a při maximální modulaci nastavíme trimrem R19 údaj 10,00. Pozor na náhodný zkrat potenciometru proti zemi (např. šroubováku)! IO3 se tím spolehlivě zničí (mám to již dvakrát vyzkoušené). Skutečný zdvih FM se pak nastavuje trimrem R6 v analogové části. Nejpřesněji to lze učinit pomocí analyzátoru s využitím Besselových nul. Hodnoty modulačního indexu, při kterých zcela vymizí složka nosné vlny, jsou  $m_1 = 2,40$ ;  $m_2 = 5,52$ ;  $m_3 = 8,66$ ;  $m_4 = 11,79$ ;  $m_5 = 14,93$ ; ... atd. Jako náhradní řešení lze použít cejchování podle osciloskopu v režimu rozmitání. Při kmitočtu 1 MHz a stejném zdvihu musejí mít špičky nulového kmitočtu, sejmouté detekční sondou, maximální výšku a nesmí se rozvojovat (měřeno při úrovni 1 V a rychlosti časové základny osciloskopu 5 ms/dílek). Nastavení správné hloubky AM podle osciloskopu je již triviální. Při údaji měřiče modulace 100 % se trimrem R30 v analogové části nastaví odpovídající tvar signálu na výstupu.

Na závěr je žádoucí celý generátor znova zkontrolovat a proměřit ve všech režimech činnosti.

### Poznámky ke stavbě

Generátor s obvody HCMOS v číslcové části by teoreticky měl mít lepší kmitočtovou stabilitu v důsledku menšího ohřívání krystalového oscilátoru. Ponenkud obtížnější však může být jeho oživování. Kdo si není jistý, zda oživení syntezátorů zvládne, tomu doporučuji raději obvody ALS výroby TESLA, se kterými pracovaly syntezátory bez nejmenších problémů při oživování. Bylo ověřeno i více kusů těchto IO z různých

výrobních sérií. Obvody HCTMOS, které mají být úrovnové kompatibilní s TTL, jsem nezkoušel.

Datové vodiče, vedoucí od syntezátorů k voliči kmitočtu, nepatrně vyzařují. Není to nikterak kritické. Kdo by však chtěl pro kvalitu svého přístroje udělat maximum, může je pomocí kondenzátorů s kapacitou 1 nF všechny zablokovat na kostru číslcové části.

Pokud zvolíte odlišnou mechanickou konstrukci, vždy mějte na paměti, že výstupní zesilovač musí být v těsném kontaktu s předním panelem a zejména s výstupním konektorem. Není-li to splněno, asi budete mít potíže s jeho kmitáním.

Komu by nestačilo potlačení složek  $f_{výst} \pm 20$  MHz asi 52 dB, musí mezi číslcovou a analogovou částí vřadit do cesty signálu  $f_2$  oddělovačí zesilovač. Tím se zamezí pronikání kmitočtu 280 MHz do analogové části.

Přístroj samozřejmě pracuje i při nastavení kmitočtu nižšího, než 10 kHz. Od tohoto kmitočtu však začíná být pozorovatelné osciloskopem chvění kmitočtu vlivem fázového šumu. Přibližně pod 1 kHz se začíná zkreslovat sinusový průběh, což je patrně zaviněno vzájemným ovlivňováním oscilátorů. Pod 300 Hz je již signál naprostě nepoužitelný k čemukoli.

### Závěr

Popsaný přístroj je výsledkem snahy, jak v daném čase a s danými prostředky dosáhnout co nejlepších užitních vlastností. Pro běžná amatérská měření plně vyuhovuje, i když samozřejmě nemůže konkurovat drahým zahraničním výrobkům. Zvládnutí kmitočtů např. až 500 MHz by si vyžádalo základní změnu koncepce a přístroj by musel být podstatně složitější.

V některých blocích generátoru jsou použita originální obvodová řešení, která by bylo možno uplatnit i v jiných zařízeních. Jsou to např. proměnné děliče kmitočtu, amplitudový modulátor, širokopásmový zesilovač, lineární špičkový usměrňovač, stabilizátor  $\pm 15$  V, apod.

V zájmu komfortu obsluhy se přímo nabízí řídit celý generátor jednočipovým mikropočítačem. To však již přesahuje rámec mého příspěvku. Utulmové články by se pak měly přepínat miniaturními relémi.

Jako příslušenství lze zhotovit diodový násobič kmitočtu, který bude produkovat buď sudé nebo liché harmonické, nebo oboje. Tak lze obsáhnout i pásmo UHF a používat rozmitací režim ke sladování kanálových voličů i anténních zesilovačů. Dalším doplňkem může být logaritmický zesilovač, který se zapojuje mezi detekční sondu a osciloskop. Lze použít zapojení podle [5], je však třeba upravit vstupní odpor na  $1 M\Omega$ .

Při provozu generátoru je nutno počítat s tím, že na výstupu zesilovače je přítomen i jeho vlastní vstupní šum, zesílený o 40 dB. Zesilovač se proto zapíná pouze v případě, je-li třeba napětí větší než 10 mV. Pro menší napětí je výhodnější používat přímý vstup generátoru.

Na závěr přeji všem mnoho úspěchů při stavbě tohoto poměrně náročného přístroje.

### Literatura

- [1] Manual; Circuit diagrams Signal generator SMDU 249.3011.07. Rohde & Schwarz, München.
- [2] Manual; Circuit diagrams Precision signal generator SCHLUMBERGER 4000A. Schlumberger-Enertec, München.
- [3] Manual; Generator MARCONI 2022C. Marconi instruments Ltd., London.
- [4] Doležílek, J.; Munzar, M.: Signální generátor 0,1 až 110 MHz. Příloha Amatérského radia 1982, s. 57.
- [5] Šenfeld, M.: Rozmítáč 250 MHz. Příloha Amatérského radia 1988, s. 25.
- [6] Fadrhons, J.: Fázově kmitočtové detektory pro číslcové syntezátory. Sdělovací technika 2/1978, s. 53.
- [7] Fadrhons, J.: Návrh fázové smyčky 2. typu pro číslcový kmitočtový syntezátor. Sdělovací technika 9/1978, s. 341.
- [8] Hasan, P.: Návrh fázového závěsu s integrovaným obvodem MHB4046. Sdělovací technika 10/1983, s. 371.
- [9] Rohde, U. L.: Digital PLL frequency synthesizers, theory and design. Prentice-Hall 1983 Inc., Englewood Cliffs, N. J., USA.
- [10] Hoder, K.: Program pro výpočet odezvy lineárního systému. Sdělovací technika 9/1989, s. 347.
- [11] Pavlovec, J.; Šramar, J.: Krystalové jednotky a oscilátory. Amatérské radio řady B č. 2/1987, s. 42.
- [12] Křišťan, L.; Vachala, V.: Příručka pro navrhování elektronických obvodů. SNTL Praha 1982.
- [13] 5. Katalog – Elektronické součástky 1989 (novinky, dodatky). TESLA 1989.
- [14] Vítáz, I.: Multiplikativní zmíšovač s tranzistorom KF910. Amatérské radio řady A č. 5/1987, s. 188.
- [15] Krupka, Z.; Kuncl, J.: Úvod do problematiky družicových přijímačů. Amatérské radio řady B č. 1/1990, s. 18.
- [16] 2. Katalog – Diskrétní součástky polovodičové, optoelektronické a vakuové. TESLA 1987.
- [17] Rafaj, M.: Využavený diodový zmíšovač UZ07. Amatérské radio řady A č. 3/1985, s. 113.
- [18] Chanzel, G.: Spravočník po rozčtu filtrov. Sovětskoje radio, Moskva 1974.
- [19] Šoupal, Z.: Vf dělič 90 dB. Amatérské radio řady A č. 11/1976, s. 426.
- [20] Krupka, Z.; Kuncl, J.: Vf zesilovače, filtry. Amatérské radio řady B č. 1/1987, s. 2.
- [21] Stržíž, V.: Nové germaniové a křemíkové vysokofrekvenční tranzistory. Amatérské radio řady A č. 5/1982, s. 189.

# TECHNIKA RADIOAMATÉRSKÉHO SPORTU

## Minitransceiver 145 MHz TRP-4

Petr Novák, OK1WPN

**Myšlenka jednoduché a levné „převáděčové krystalky“** je mezi radioamatéry stále aktuální, proto jsem se přiblížně před 4 lety pokusil o inovaci někdejšího „Trpaslíka“ v nové variантě TRP-4. Stále více chybějící diloptře mi přitom nahrazovali moji mladí přátelé Věra, OL3BTT (dnes OK1FYW), a Roman, OL3VSP (dnes OK1VTV), kterým tímto za jejich pomoc děkuji. V OK1KVX tak mohla vzniknout skutečné kapesní radiostanice jednoduché konstrukce, navíc odpovídající možnostem studentské peněženky. Přesto bychom chtěli upozornit úplné začátečníky na možná úskalí při praktické realizaci, proto i popis bude podrobnější. Stěsnané, tzv. „nališované“ konstrukce bývají někdy zdrojem nečekaných překvapení a i když bylo řešení ověřováno už v několika exemplářích, i když byla tříkrát přepracována deska s plošnými spoji, mohou se v konečné fázi objevit potíže. Na to, jak se jim vyhnout, poukážeme v textu.

Při návrhu kapesní radiostanice TRP-4 jsme si stanovili zásadu, že „méně je někdy více“. Proto byla zvolena koncepce jedno-kanálové radiostanice s určením výhradně pro duplexní provoz přes místní převáděč. Přes zmíněná úmyslná omezení však nejde o ryzí „převáděčovou krystalku“ jako u předchozích, více než 10 let starých konstrukcí TRP-1 až TRP-3, ale o standardní superhet s dobrou stabilitou, doplněný velice dobře pracujícím umlčovačem šumu, s využívající hlasitostí. Na konstrukci přijímače si také můžeme ověřit možnosti, které nám poskytují integrované obvody MCA770A a MBA915 (TCA770 a TBA915). Vzhledem k nepatrné energetické náročnosti jsou vhodné právě pro doslova kapesní zařízení. Tomu odpovídá i formát desky s plošnými spoji, která je stejně jako u dřívějších TRP-1 a TRP-2 již tradičně navržena do pouzdra někdejší občanské radiostanice VKP-050.

### Změřené technické parametry:

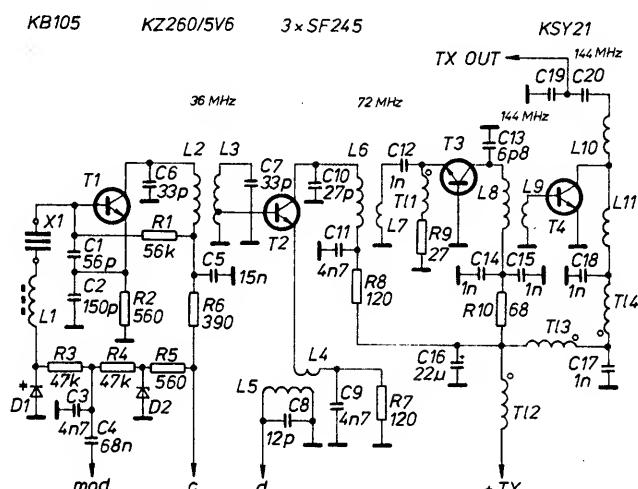
Výkon vysílační části	140 mW
Maximální modulační závěr	5 kHz
Závěr volacího tónu 1750 Hz	4 kHz
Citlivost přijímače	0,8 $\mu$ V/10 dB/s/s + š
Citlivost při nasazení umlčovače šumu	1,2 $\mu$ V
Nf výkon přijímače	200 mW
Napájení	9 V, tj. 6 článků R6
Odběr při vysílání	75 mA
Odběr při příjmu	max. 50 mA
Odběr při pořízení příjmu	12 mA

Schéma vysílační části je na obr. 1, přijímací části na obr. 2. To celé se vejde na desku formátu 65 x 90 mm na obr. 3.

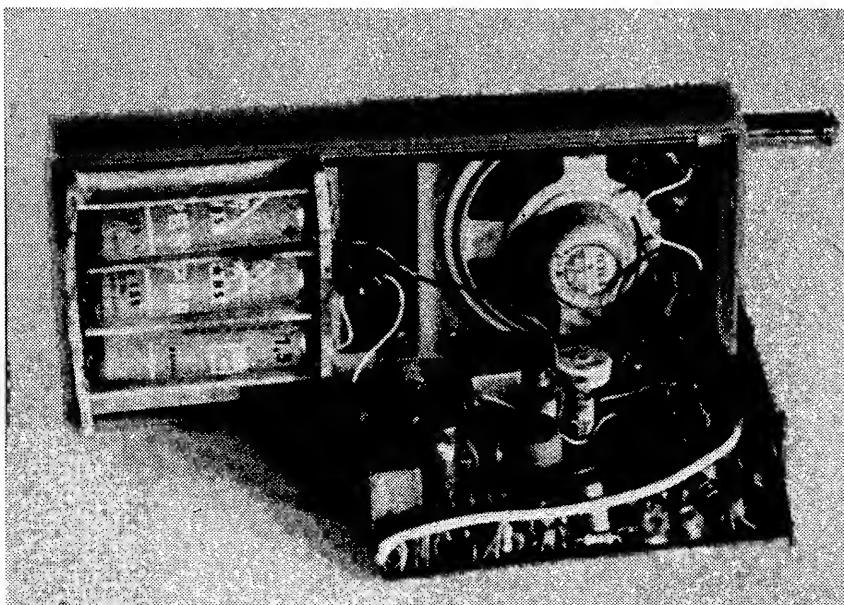
### Problém zvaný cívka

Jak jsem upozorňoval již někdy před 15 lety, „problém cívka“ přetrval zřejmě rok 2000. Bez ladění obvodů a cívek se totiž neobejde žádné radiotechnické zařízení ani v příštím tisíciletí. Zvolili jsme proto zásadu: nejlepší cívková kostřička je žádná kostřič-

ka, a proto jsou cívky z valné většiny vinuté samonosně na vrtáky vhodných průměrů. Tato prastará metoda výroby samonosných cívek prožívá dnes svou renezanci ve spojení s unipolárními aktivními součástkami s velkou impedancí. Je velmi výhodná pro relativně úzká amatérská pásma, kde ladění obvodů v souběhu prakticky vymizelo. Rozměrově malé cívky mají i menší rozptylové pole, díky tomu ani jejich jakost (pokud je v daném obvodu nezbytná) není o mnoho horší než u cívek s feromagnetickými jádry. Ten, kdo o tom pochybuje, má možnost si toto tvrzení vyzkoušet prakticky právě v předkládané konstrukci. Dodačování stlačováním a roztahováním závitů je snadné, při navíjení cívek se ovšem nesmíme splést ani o jeden závit, stejně tak je vhodné předem změřit kapacity předepsaných rezonan-

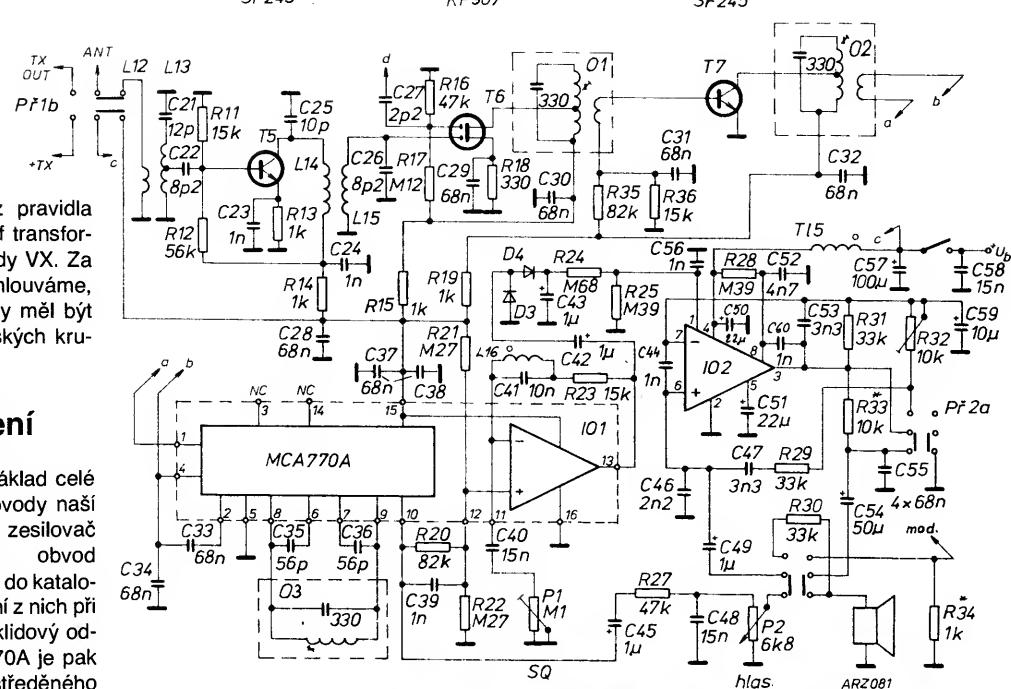


Obr. 1. Vysílační část



Pohled na rozložený transceiver TRP-4

Obr. 2. Přijímací část



čních kondenzátorů. Výjimkou z pravidla v radiostanici TRP-4 je použití mf transformátorů z inkurantních zařízení řady VX. Za toto řešení se již čtenářům neomlouváme, protože vyřazených radiostanic by měl být v současné době v radioamatérských kružích dostatek.

## Konstrukční řešení

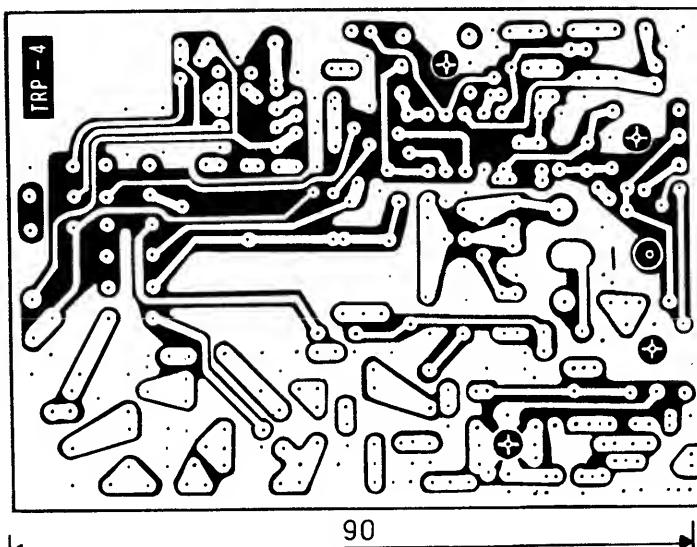
Jak již bylo řečeno v úvodu, základ celé radiostanice tvoří integrované obvody naší výroby, a to nízkofrekvenční zesilovač MBA915 a mezifrekvenční obvod MCA770A. Již při letemém pohledu do katalogu nás upoutá skutečnost, že první z nich při nasazeném umlčovači vykazuje klidový odber 0,4 mA, běžný odber MCA770A je pak 0,6 mA. Přitom z hlediska soustředěného zesílení jde o součástky klíčové. Nejobtížnější fázi celé konstrukce bylo „naučit“ nf obvod MBA915, aby plnil všechny nf funkce, tj. pracoval jako nf zesilovač do reproduktoru, dále aby plnil funkci modulačního zesilovače, generátoru 1750 Hz a posléze byl spolehlivě spínán umlčovačem šumu. Proto popis začneme netradičně od nf části.

## Nízkofrekvenční část

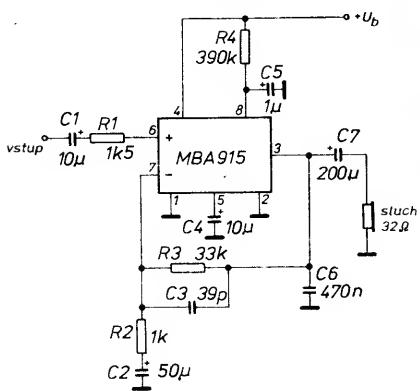
Integrovaný obvod MBA915 (TBA915) je výkonový operační zesilovač s velkým získem, jehož hlavní předností jsou malé rozměry (pouzdro DIL-8), malá klidová proudová spotřeba a – jak bylo ověřeno – nepatrný vlastní šum a přechodové zkreslení signálu. Z velkého zisku ale vyplývají nepříjemné důsledky pro stabilitu, kterou je nutno zajišťovat poměrně značným počtem vnějších součástek, což je v protikladu s požadavkem miniaturizace. Vnější členy je tedy třeba omezit na nejmenší nutnou míru a zapojení minimalizovat. Běžnou komerční aplikací je zapojení na obr. 4, použité ve sluchátkových přehrávačích.

Na tomto základním zapojení bylo ověřeno, že integrovaný obvod má snahu chovat se tvrdošině hifi, tzn. že zachovává rovnou kmitočtovou charakteristiku nejen v akustické oblasti do 20 kHz, aniž by příliš reagoval na zvětšování zpětnovazební kapacity (C3), ale je schopen zesilovat i kmitočty řádu stovek kHz. Pro omezení vyšších kmitočtů,

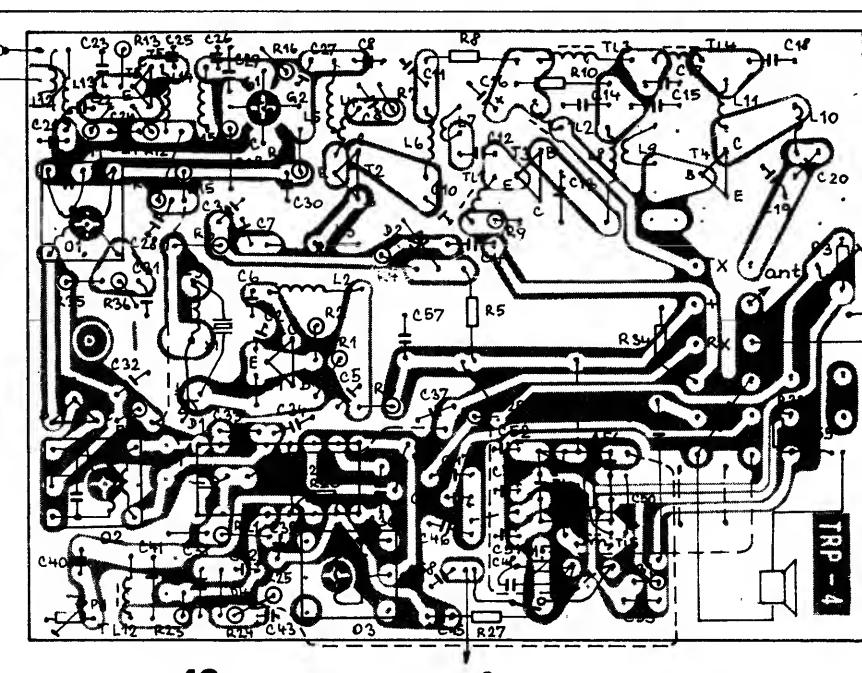
A734



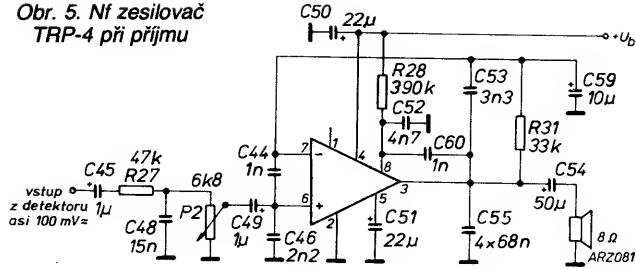
Obr. 3. Deska s plošnými spoji (rozložení součástek zvětšeno)



Obr. 4. Aplikace MBA915 v přehrávači



Obr. 5. Nf zesilovač TRP-4 při příjmu



ale především pro stabilitu, má dominantní význam blokovací kondenzátor C6 na výstupu zesilovače. Při jeho odpojení se obvod spolehlivě rozkmitá relaxačními kmity v oblasti kolem 100 kHz, podstatně vzrosté proudový odběr a obvod silně hřeje. Výstup je tedy nutno vždy blokovat „natvrd“ nebo Boucherotovým členem. Další zvětšování kmitočtové závislosti záporné zpětné vazby kondenzátorem C3 je možné též pouze do určitých mezi, při nichž se projeví nestabilita způsobená fázovým posunem signálu. Získané poznatky vedly k následujícím aplikacím v radiostanici TRP-4.

### Nf zesilovač při příjmu

Zapojení je na obr. 5 nakresleno bez přepínačů, aby bylo možno snáze sledovat funkci. Na výstupu detektoru mezfrekvenčního zesilovače je nízkofrekvenční signál 100 mV, na vstupu integrovaného obvodu MBA915 postačí pro jeho plné vybuzení (při měřicím kmitočtu 1 kHz) napětí 10 mV. Rezistor R27 a potenciometr P2 proto tvorí dělič napětí, zároveň jsou součástí kmitočtové výhybky pro umlčování šumu. Vysoké kmitočty nf spektra jsou blokovány kondenzátorem C48 (deemfáze), částečně i kondenzátorem C46. Kondenzátor C46 má ještě další funkce – při vysílání blokuje neinvertující vstup IO proti výstupu a při generování volacího tónu je částí Wienova členu. Při práci na dalších exemplářích TRP-4 se příšlo ještě na další možnost zavedení stabilizující záporné zpětné vazby, která nejen že omezuje sklon MBA915 ke středofrekvenčním oscilacím, ale částečně též dále upravuje nf charakteristiku (viz obr. 6, křivka b). Jde o kapacitní dělič C60/C52.

Nízké kmitočty v oblasti 300 až 500 Hz by bylo vhodné více zdůraznit zvětšením kapa-

city výstupního kondenzátoru C54, jsme však omezeni prostorem a použitý typ TE 981 je nutno brát jako jeden z mnoha kompromisů. Při praktickém provozu je však srozumitelnost velmi dobrá a absence nízkých kmitočtů není na závadu, spíše naopak. Od použitého reproduktoru ARZ081 nelze stejně očekávat zázraky. A ještě poznámká: nikde není psáno (v katalogu anotací pozn. red.), že MBA915 musí pracovat výlučně do zatěžovací impedance  $20\Omega$  ( $32\Omega$ ), jak je uvedeno v katalogu. Při napájecím napětí 9 V se ještě nic hrozného nedělá, a proto lze použít i malou zatěžovací impedance  $8\Omega$ .

### Nf zesilovač při modulaci

Přepnutím přepínače RX/TX se zapojení změní na modulační zesilovač podle obr. 7. Reproduktor ve funkci mikrofonu poskytuje střední nf napětí asi 2 mV, ve špičkách pak přibližně 6 mV. Zisk nf zesilovače MBA915 při kmitočtu 1 kHz je zhruba 60 dB. Je nutno ovšem započítat vliv sériového rezistoru R30, který je podobně jako kondenzátor C46 částí Wienova členu při generování volacího tónu 1750 Hz. Sériový rezistor R30 spolu se vstupní impedancí IO MBA915 působí jako dělič napětí s útlumem 30 dB, takže můžeme počítat se získaním pouze 30 dB. Výpočtem i měřením docházíme k hodnotě výstupního vrcholového napětí asi 1,2 V na výstupní impedance  $1\text{k}\Omega$  – tomu pak musí odpovídat maximální výsledný modulační zdvih, tj. 5 kHz. Rozkmit napětí na výstupu nf zesilovače  $\pm 1,2$  V se ani zdáleka nepřibližuje k hranicím daným napájecím napětím ( $\pm 4,5$  V), modulační špičky tedy nejsou limitovány. To je z dnešního pohledu určitý nedostatek, protože hovorový kanál není energeticky plně využit [1, str. 27]. Pro další součástky, které by si toto řešení vyžádalo, však už skutečně nezbývá místo. Spokojně se konstatováním, že pro ucho posluchače, odchovaného poslechem hiFi, je subjektivní dojem příznivý, modulace je věrná a dostatečně srozumitelná.

Kmitočtová charakteristika modulačního zesilovače na obr. 8 se příliš neliší od cha-

rakteristiky přijímací, pouze nízké kmitočty nejsou natolik potlačeny. Preemfáze kmitočtů v oblasti 2 až 3 kHz je téměř v požadavcích normy, méně účinné je potlačení kmitočtů nad 3 kHz. Jde opět o kompromis, pro účinnou dolní propust se zlomovým kmitočtem 3 kHz nezbývá místo. Z těchto důvodů má alespoň blokovací kondenzátor C3 poměrně značnou kapacitu  $6,8\text{nF}$ , takže vysílené kmitočty akustického pásma jsou dálé potlačeny ještě před kapacitní diodou.

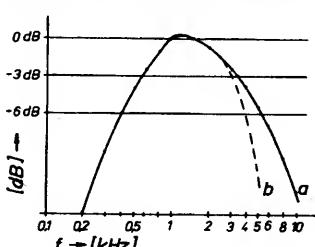
Při aplikaci obvodu MBA915 ve funkci modulačního zesilovače nejsou potíže do té doby, dokud nezapojíme a nevybudíme koncový stupeň vysílací části a anténu. Jde o známý problém jednodeskových stěsnaných konstrukcí, tzn. o nezádoucí vazby. Proto jsou v podstatě všechny vývody MBA915 krátce blokovány proti pronikání významu.

Důležité je blokování vývodu 1 kondenzátorem C56. Vývod 1 slouží ke spínání umlčovacího šumu, je však snadno ovládán též významem. Konstruktér se pak diví, že dosud bezvadně fungující a proměný modulační zesilovač ztratil zesílení. Stejně tak jsou blokovány oba vstupy i výstup.

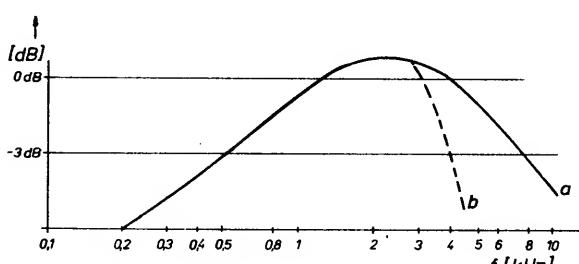
Ještě více než vazba významu se projevuje vazba přes napájecí zdroj, podporující náchylnost obvodu k samovolnému rozkmitání. V konstrukci nezbývá místo na elektrolytické kondenzátory větších kapacit, přesto by kondenzátor C50, blokující napájení obvodu, měl mít co největší kapacitu při přijatelných rozmezích. Jak již bylo uvedeno, ke stabilitě přispívá též kondenzátor C60.

### Nf zesilovač jako generátor volacího tónu 1750 Hz

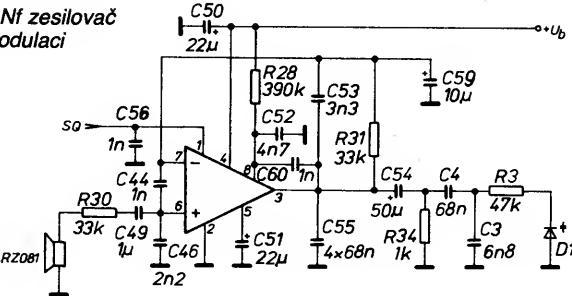
Stisknutím volacího tlačítka se modulační zesilovač změní na „něco jako“ Wienův oscilátor. Zapojení je na obr. 9, smysl výrazu „něco jako“ bude vysvětlen dále. Od výstupu zesilovače se odpojí blokovací kondenzátor C55, do obvodu kladné zpětné vazby (neinvertující vstup) se připojí Wienův člen z rezistoru R29, R30 a kondenzátorů C46, C47. Zisk zesilovače se sníží paralelním



Obr. 6. Kmitočtová charakteristika nf zesilovače při příjmu



Obr. 8. Modulační kmitočtová charakteristika

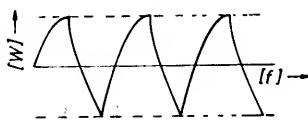


Obr. 9. Generování volacího tónu 1750 Hz

připojením proměnného rezistoru R32 a celý zesilovač přejde do oscilačního režimu.

U oscilátorů  $RC$  s operačními zesilovači a Wienovým členem se předpokládá zmenšení zesílení na hodnotu  $Au = 3$  až 5, aby byl generován sinusový průběh nf signálu. Při ověřování funkce bylo zjištěno (a těž to plně odpovídá teorii), že kmitočet oscilací je závislý na napájecím napětí. Tato závislost se podstatně sníží, volíme-li poněkud větší zesílení operačního zesilovače, kdy se původní sinusový signál spíše blíží pilovitému průběhu podle obr. 10. Takto upravené zapojení vykazuje změnu kmitočtu pouze o 70 Hz při poklesu napájecího napětí z 9,5 na 7 V, což je pro startování převáděčů ještě přijatelné.

Kmitočet 1750 Hz lze poměrně jemně nastavit potenciometrickým trimrem R32. Kondenzátor Wienova členu C46 a C47, jakož i kondenzátor C53 musí být výhradně fóliové – např. předepsaný typ TC 235 ještě vyhovuje velikosti. Důvodem je nezbytná teplotní stabilita, s keramickými blokovacími kondenzátory nelze v žádném případě teplotní stabilitu zajistit a nesmí nás svést jejich menší rozměry. Z téhož důvodu nelze použít větší kapacitu kondenzátoru C44 (doporuče-



Obr. 10. Průběh volacího signálu 1750 Hz

no 330 nF), která by jinak spolehlivě zvětšila odolnost proti rozkmitání. Teplotní závislost rezistorů se projeví v nepatrné míře, byly odzkoušeny i uhlíkové typy TR 212. Kmitočet volacího tónu lze nastavit i porovnáním podle sluchu, protože tón je, byť velice slabě, slyšet i v reproduktoru. Teplotní závislost elektrolytických kondenzátorů se v takto pojatém zapojení neprojeví. Pro správnou funkci volacího oscilátoru je ale důležité nastavení zdvihu volacího tónu 1750 Hz; to je závažnější než dodržení sinusového průběhu. Zdvih se nenastavuje na maximum  $F = 5$  kHz, ale na  $F = 3$  kHz změnou odporu rezistoru R33. Velice dobře si při nastavování můžeme osvojit metodu kontroly zdvihu podle Besselových nul, popsanou v [2, str. 282]. Při příliš velkém zdvihu volacího tónu bude i spektrum vysílaného kmitočtově modulovaného signálu natolik široké, že převáděč vzhledem k vzniklému extrémnímu zkreslení signálu 1750 Hz v přijímači nebude na volání vůbec reagovat, navíc zjavně porušíme předpis o maximální šířce vysílaného pásma.

Problematiku volacího tónu jsme v této části probrali důkladněji, protože pokud je nám známo, nebyla jí dosud v žádné publikaci věnována odpovídající pozornost.

## Mezifrekvenční zesilovač

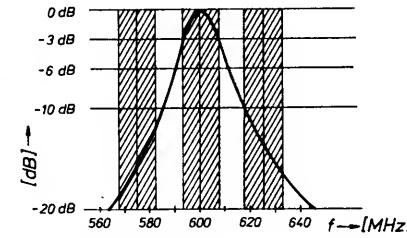
Základním stavebním kamenem mf zesilovače je integrovaný obvod MCA770A (TCA770). Protože předpokládáme, že naše konstrukce příspěje k jeho většímu využívání v praxi, je na místě uvést o tomto obvodu některé informace.

Především nás zajme nepatrný odběr proudu, tj. 0,6 mA při zesílení omezovacího zesilovače téměř 70 dB. Přestože katalog uvádí použití obvodu do kmitočtu 500 kHz, je zesílení stejně zhruba do kmitočtu 1 MHz, teprve od 1,2 MHz začíná rychle klesat. V každém případě obvod pracuje stejně dobře na 600 kHz jako na 465 kHz.

Součástí obvodu je operační zesilovač, použitelný jako nf předzesilovač. V předložené konstrukci je využíván jako zesilovač šumového signálu pro umlčovací šumu, jehož funkce bude probrána později. Protože zesílení 70 dB pro mf zesilovač by bylo nedostatečné, je zařazen předzesilovačí stupeň T7 se ziskem asi 20 dB. To, že tranzistor T7 nemá v emitoru zapojen obvyklý rezistor a kondenzátor, má důvod velice prostý – není místo a na zisku to nic nepřinese. Dalších asi 10 dB konverzního zisku můžeme počítat na směšovač s KF907. Mf zesilovač má tedy na kmitočtu 600 kHz zisk 90 až 100 dB, což je pro konstrukci s jedním směšováním asi tak hranice stability.

Selektivní obvody v mf zesilovači jsou navrženy s ohledem na maximální jednoduchost tak, aby selektivita ještě odpovídala požadavkům na lokální charakter provozu přes daný místní převáděč. Zde je na místě zdůraznit, že konstrukce TRP-4 je určena pro provoz „z údolí na kopec“, nikoli napak. Při provozu v výše položených kót se nutně projeví menší selektivita vůči sousedním kanálům – opět otázka položené latky. Křivka selektivity mf zesilovače před omezením v IO1 je na obr. 8 a vypovídá mnohé o vlastnostech přijímací části radio stanice. Pro názornost jsou zakresleny i sousední kanály. Přesto, že první dojem nutně působí pesimisticky, přípomíme si tzv. „pravidlo tří decibelů“, publikované v [2]. Zní: „V případě kmitočtové modulace je vzájemný vliv užitečného a rušivého signálu odstupňován po třech decibelech“. Je-li tedy rozdíl užitečného a rušivého signálu v rozmezí 0 až 3 dB, nastává interferenční rušení. V rozmezí 3 až 6 dB se rušivý signál projeví šumem, při rozdílu větším než 6 dB je rušivý signál hlavním signálem maskován, amatérsky řečeno „vygumován“. To je po technické stránce jedna z hlavních výhod kmitočtové modulace, která se ovšem někdy, zvláště při nedodržení zásad radioamatérské etiky neboli hamspiritu, mění v nevýhodu.

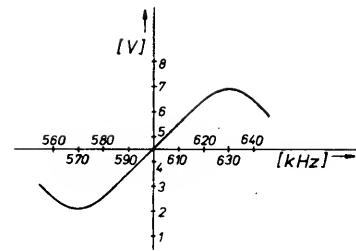
Nás však nyní zajímá vliv sousedních kanálů. Z obr. 11 je patrné, že střední kmitoč-



Obr. 11. Křivka selektivity mf zesilovače

ty sousedících kanálů jsou potlačeny zhruba o 12 dB, a 12 dB znamená 16krát větší výkon signálu na vstupu přijímače. Rozložení kanálů v naší převáděčové sítí je však takové, že lokalit, ve kterých je možný příjem sousedících kanálů ve srovnatelné úrovni signálu, je velice málo. Jde tedy o to, uvědomit si hranice možností zde předkládaného zařízení a nechit zbytečné.

Demodulační charakteristika na obr. 12 byla měřena při plně omezujícím mf zesilovači, a to při výkonové úrovni vstupního signálu -60 dBm. S uvedeným fázovacím obvodem (nepřevinutá cívka z VXN) poněkud přesahuje šířku kanálu, ve středu kanálu je však dostatečně lineární, také detekované napětí je relativně velké, což svědčí o demodulační účinnosti odpovídající běžným typům fázových detektorů na kmitočtu 465 kHz. Podmírkou je ovšem dodržení velké zatěžovací impedance; s malou zatěžovací impedancí detektor pracovat nebude. Tomu je konstrukce navazujících obvodů (nf zesilovač, zesilovač šumu) přizpůsobena.



Obr. 12. Demodulační charakteristika

Pro úplnost ještě informace, reagující na požadavek výrobce, který v IO MCA770A předepisuje na místě blokovacích kondenzátorů ve vstupu omezovacího zesilovače (C33, C34) kondenzátory s velmi kvalitním dielektrikem. Protože takové kondenzátory s dostatečně malými rozmezry nebyly k dispozici, byly vyzkoušeny běžné typy TK 782. Ve srovnání s typy MKT (MHT) se ve funkci omezovacího zesilovače neprojevil v praxi žádny rozdíl, přesto však je vhodné u typů TK 782 zkontrolovat alespoň stejnosměrné svodový odpór.

## Vstupní část přijímače

Směšovač je osazen tetrodou MOS typu KF907, byly ověřeny i KF910 a KF982. Není to ani tak z důvodů intermodulační odolnosti, ale spíše z ohledu na pohodlné, možno říci ladné konstrukční uspořádání na desce s plošnými spoji. Z jedné strany vstupní signál, z druhé strany injekce z oscilátoru, z třetí strany výstup mf signálu. Při nastavování mf zesilovače musí být g1 již připojena na zem prostřednictvím cívky L15, jinak hraje všechny středovlnné stanice a mf zesilovač kmitá! Předpětí asi 4 V pro g2 je dáno děličem R16/R17, na vývodu g2 je navlečena malá antiparazitní feritová perlička. Transistor je na desce s plošnými spoji umístěn „nohama vzhůru“, barevným proužkem směrem ke spojové desce – toto nepřehlédnout!

Cívky L14 a L15 tvoří nezbytný pásmový filtr. Přes nepatrné rozmezry má filtr velkou provozní jakost vzhledem k velké zatěžovací impedance KF907, šířka pásmá B6 je pouze 4 MHz! Nejlépe to poznáme při nastavování cívek v praxi.

Předzesilovací stupeň, osazený tranzistorem SF245, má nastavený proud 1 mA, zisk je zhruba 20 dB. Antennní vazební cívka L12 je navinuta na studeném zemním konci L13 sice těsně, ale zase ne tak, aby s ní nebylo možno mírně pohybovat a tím optimalizovat přizpůsobení vstupního obvodu k anténě. Její provedení bude záviset též na tom, rozhodněmeli se pro pevně vestavěnou protovou anténu s bočníkovým přizpůsobením nebo pro anténní konektor 75 či 50 Ω. Vestavěné protové antény vyhovují 2 vazební závity, pro impedanci 75 Ω stačí 1 závit.

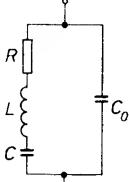
## Vysílací část

Vysílací část zařízení TRP-4 je převzata z předešlých osvědčených zapojení TRP-1 až TRP-3, které byly popsány v [3]. Protože však za uplynulá léta došlo mezi amatérskou veřejností k jistému generačnímu posunu, bude namísto naší radioamatérské mládeži některé věci alespoň stručně vysvětlen. Všechno doporučujeme pročistit si knížky, uvedené v seznamu literatury.

Nejdříve několik poznatků o tom, jak se kmitočtově modulují, případně „tahají“ krytaly. Správný název je sice PKJ, čili „piezoelektrické křemenné jednotky“, ale málo plat-

né, zvyk je železná košile a termín „krystal“ zní radioamatérskému sluchu neskonale liběji, navíc je krátký a každý ví, o co jde.

Krystal je tenká kruhová destička vybroušená z kremene, s vakuově napájenými stříbrnými elektrodami, umístěná v ochranném krytu (držáku). Náhradní elektrické zapojení tohoto prvku je na obr. 13. Na první



Obr. 13. Náhradní zapojení krystalu

pohled je zřejmé, že krystal je zároveň sériovým i paralelně laděným obvodem. Jako sériový obvod pracují prvky  $L$  a  $C$ , které jsou elektrickým ekvivalentem mechanického kmitání a jsou tedy vlastně „schovány“ uvnitř výbrusu. Takzvaný „poměr  $L:C$ “ dosahuje extrémních hodnot a je jakýmkoli klasickými součástkami nenapodobitelný. Pro ilustraci: u běžných krystalů se náhradní indukčnost udává v jednotkách až desítkách  $H$ , tzv. dynamická kapacita  $C$  v desetinách či setinách  $pF$ . Ztráty (mechanické i elektrické) jsou souhrnně charakterizovány ztrátovým odporem  $R$ , který dosahuje maximálně několika desítek  $\Omega$ . Dosadíme-li tyto řádové hodnoty do výrazu pro činitel jakosti  $Q = \omega L/R$ , dosáhneme výsledku téměř astronomického.

Paralelní, statická kapacita  $C_0$  je naopak na krystalu viditelná, jde o kapacitu obou elektrody plošek vůči sobě, se započítáním dielektrické konstanty kremene.

Považujeme-li krystal za sériový laděný obvod, bude rezonovat na kmitočtu

$$f_s = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

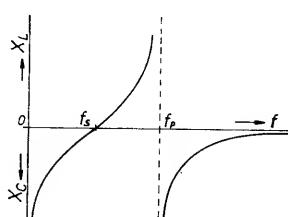
a hovoříme o sériové rezonanci  $f_s$ .

Při paralelní rezonanci se uplatní vliv kapacity elektrod  $C_0$ , která je potom zapojena v sérii s kapacitou  $C$ .

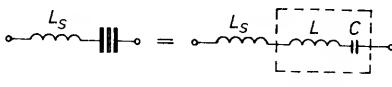
$$f_p = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{C \cdot C_0}{C + C_0}}}$$

Z existence obou typů rezonancí vyplývá průběh reaktance celého náhradního obvodu, znázorněný na obr. 14. Paralelní rezonance je vždy kmitočtově vyšší než sériová.

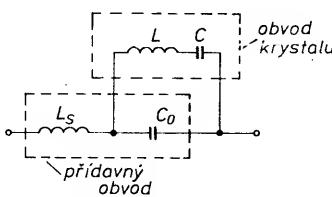
Vlastní vnitřní reaktance krystalu můžeme částečně ovlivňovat připojením vnějších reaktančních prvků (cívky, kondenzátory) a tím v jistých mezech měnit kmitočet jak paralelní, tak sériové rezonance. Větší změn kmitočtu lze dosáhnout především v oblasti těsně pod  $f_s$  přímým připojením



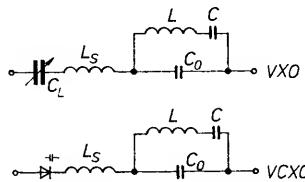
Obr. 14. Průběh reaktance na náhradním obvodu krystalu



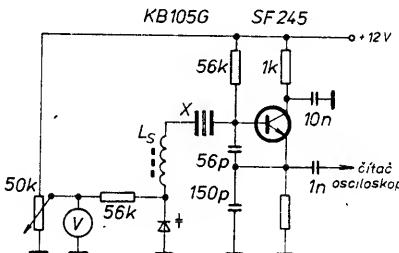
Obr. 15. Sériová (fázovací) cívka



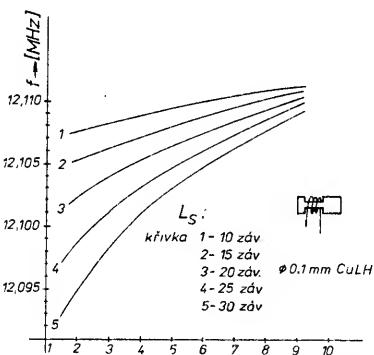
Obr. 16. Složený obvod pro změnu sériové rezonance



Obr. 17. Změna sériové rezonance kondenzátorem (VXO) nebo kapacitní diodou (VCXO)



Obr. 18. Zkušební zapojení VCXO



Obr. 19. Závislost kmitočtu VCXO na řídicím napětí

sériové cívky podle obr. 15. Nepůsobí zde však již pouze indukčnost, ale v podstatě další sériový obvod, složený z  $L_s$  a kapacity elektrod  $C_0$ , který laděn k nižším kmitočtům nutí i těsně vázaný krystalový výbrus pracovat na nižších kmitočtech (obr. 16). Tento jev je v amatérské praxi označován jako „tahání“ kmitočtu krystalu. Je zřejmé, že stupeň vazby na kremenný výbrus bude tím větší, čím větší bude plocha elektrod, případně čím tenčí bude výbrus a tím i vzdálenost mezi elektrodami. Pro tato zapojení se vyrábějí speciální „tahací“ krystaly u řady výrobců včetně TESLA Hradec Králové.

Principu tahání kmitočtu krystalu využíváme zejména v oscilátořech typu VCXO (angl.

voltage controled crystal oscillator) čili napětím řízený krystalový oscilátor. Vnější předaváný sériový laděný obvod můžeme totiž přeřadit nejen změnou indukčnosti, což je většinou nepraktické, ale též dalším sériovým ladícím kondenzátorem nebo kapacitní diodou (obr. 17). Zapojení s kapacitní diodou je vhodné zejména pro generování kmitočtově modulovaného signálu. Zapojíme-li krystal s příslušnými reaktačními prvky do obvodu např. Clappova oscilátoru podle obr. 18, můžeme si na tomto zapojení osvětlit některá důležitá fakta. Začátečníkům doporučujeme navíc toto zapojení realizovat „na prkennu“ dříve, než se do stavby TRP-4 vůbec pustí. Účelem experimentálního zapojení je ověřit si vliv velikosti indukčnosti sériové cívky  $L_s$  na rozladení krystalu. Ne všechny typy krystalů jsou totiž stejně oochotné k „tahání“, i když jejich násobek spadá do požadované oblasti pásmá 145 MHz. Např. krystaly 27 MHz pro občanské pásmo jsou ve skutečnosti výbrusy 9 MHz pracující na 3. harmonické základního kmitočtu a můžeme je při koeficientu násobení 4 vynásobit na 36 MHz. Sudé násobky kmitočtu krystalů se však oproti lichým vyznačují menší účinností, takže je nutné vzhledem k nižší amplitudě zařadit ještě jeden zesilovací stupeň. Stejně tak vzhledem k malé ploše elektrod jsou tyto krystaly méně oochotné k tahání a tím i k modulaci. Přesto jsou využitelné, ale zřejmě blízko hranice svých možností. Krystaly v okolí 48 MHz, svého času dosažitelné ve výprodeji a mezi amatérskou obcí rozšířené, se neosvědčily vůbec vzhledem k nemožnosti justování kmitočtu (vakuově napájené hliníkové elektrody, na které není možno působit ani chemicky ani mechanicky bez jejich poškození). Na tyto skutečnosti upozorňujeme předem, abychom méně zkušeným zájemcům ušetřili zbytečnou námahu.

Pro použití v TRP-4 se ukázaly být nejvhodnější harmonické krystaly 36 MHz z inkurantní radiostanice „Racek“ (3. harmonická, základní kmitočet 12 MHz). Mají statickou kapacitu  $C_0 = 7,5 \text{ pF}$ , navíc nevyžadují příliš velkou změnu kmitočtu jódováním při nastavení na požadovaný kanál. Vynešeme-li ladící křivku (obr. 19) pro různý počet závitů cívky  $L_s$ , zjistíme především, že při zvětšující se indukčnosti  $L_s$  se zvětší i strmost ladící křivky, tedy krystal je více „tahán“. Cívka  $L_s$  byla na základě dlouholeté zkušenosti realizována vždy na středním trámu („cinc“ z mf transformátorů, feritová hmota N1, bílá barva), a to lakovaným vodičem průměru 0,1 mm s hedvábným opředením. Z experimentálného měření můžeme učinit tyto závěry:

Se zvětšující se indukčností  $L_s$  je ke stejné změně kmitočtu potřebná menší změna napětí (čili pro dosažení požadovaného kmitočtového zdvihu je potřebné menší nf modulační napětí). Volbou indukčnosti  $L_s$  lze tedy účinně ovlivňovat kmitočtový zdvih.

Dále je zřejmé, že závislost kmitočtu na řídicím napětí není lineární. Tuto nonlinearitu je sice možno kompenzovat přidáním další reaktance – paralelní cívky ke krystalu, v zářízení TRP-4 však pro další součástky nezbývá místo. Praktický provoz ukazuje, že mírně nesymetrický zdvih není na závadu srozumitelnosti, proto volba padla na toto nejjednodušší řešení. Nesymetrie lze částečně kompenzovat tím, že klidové předpětí variáku volíme okolo 6 V, kde je ladící křivka pro použitý typ KB105G ještě téměř lineární, přesto však již dostatečně strmá.

Dále je vhodné uvážit, jak se bude dané zapojení chovat při dalším zvětšování indukčnosti  $L_s$ . Tyto skutečnosti nebyly v citových publikacích popsány, činíme tak proto nyní, aby se konstruktérům z řad začátečníků nedali odradit případnými potížemi. Navíc jde o závěry obecné, platné i pro jiné krystaly než zde použité 36 MHz.

Dalším zvětšováním indukčnosti se zhorší teplotní stabilita kmitočtu – vzrůstá vliv teplotního součinitele indukčnosti  $L_s$ . Při zvětšování indukčnosti nad určitou mez (je to v tomto případě 30 až 35 závitů) dojdeme k situaci, kdy při přeladování směrem k nižším kmitočtům krystal přestane být „tažen“, lidově řečeno „utrhne se“ oscilátor začne kmitat na nižším kmitočtu jako prostý oscilátor  $LC$ , samozřejmě s odpovídající nižší stabilitou. Potom je nutné se ladit napětím vrátit zpět k vyšším kmitočtům, krystal znovu zachytit a „táhnout“.

Pro praxi je důležitý případ, kdy volba kritické velikosti indukčnosti padne přímo na pracovní bod, určený klidovým předpětím varikapu. Potom dojde k utrhání kmitočtu již pouze při modulačním napětím a vzniká silné zkreslení modulace, připomínající stav, kdy stanice je nalaďena mimo kanál převáděče. Přitom při kontrole měřicem kmitočtu bez modulace dojdeme k závěru, že kmitočet „sedí“. Tento případ se nám skutečně stal při realizaci jednoho exempláře, kdy měla cívka  $L_s$  30 závitů a vše bylo v pořádku do té doby, dokud jsme v dobré výře nezařovali vinutí lakem. Tím se, byť nepatrně, zvětšila parazitní kapacita a krystal se – jak jsme popsal výše – „utrhl“. Navíc jsme zjistili, že kmitočet občas přeskakuje o 35 kHz niže a i zde je stabilní, bezpochyby šlo o parazitní rezonanci krystala. Laborování nás stálo zbytečně dva zničené krystaly, proto na tyto skutečnosti upozorňujeme.

V případě, kdy se indukčnost  $L_s$  začne přiblížovat ke kritické mezi, můžeme zjistit i další zajímavá fakta. Předně se, byť jde o harmonický krystal, začíná zmenšovat obsah 3. harmonické ve výsledném signálu a následující násobení stupeň je stále méně buzen. Sinusový průběh na základním kmitočtu se ovšem „čistí“ a blíží ideálnímu. To je tedy jeden z důvodů spektrální čistoty oscilátorů VXO u některých zařízení (ICOM, Kentaur, R2-CW).

Dalším zvětšováním indukčnosti  $L_s$  se již začne zmenšovat i amplituda kmitů na základním kmitočtu, až dojdeme ke kritické hranici, kdy začíná „utrhávání“ krystalem řízených kmitů. Tato hranice je úzká, mnohdy stačí změna o jeden závit. Úmyslně proto nehořovíme o přesné hodnotě indukčnosti, ale o závitech, protože lze předpokládat, že při nastavování zdvihu u TRP-4 bude nutné s cívkou  $L_s$  laborovat a z toho důvodu je umístěna na desce shora na straně spojů.

Při pokusech s oscilátorem TRP-4 byla ověřována i závislost středního kmitočtu VCXO na poklesu napájecího napětí. Bylo zjištěno, že nastavení pracovního bodu oscilátoru lze najít optimum, kdy se kmitočet téměř nemění, byť předpětí pro varikap je určeno pouze prostou Zenerovou diodou.

Výše uvedené poznatky uplatníme především tehdy, pokusíme-li se o aplikaci jiných typů krystalů a jinou koncepci násobení kmitočtu (např. krystaly L2500 z radiostanice RO21, tj. 14,505 MHz nebo 27 MHz, tedy vlastně 9 MHz pro CB). Po tomto úvodu, určeném začátečníkům, se vraťme k vlastnímu popisu vysílací části.

## Oscilátor VCXO

Oscilátor je osazen tranzistorem T1 typu SF245, který pracuje „vždy a za všech okolností“. Stejným typem je ostatně osazeno téměř celé zařízení (trochu to připomíná někdejší elektronku RV12P2000). Dnes již je tento typ méně dostupný, protože byl vyráběn v bývalé NDR, existují však možné náhrady, u nás např. BF254 a řada dalších zahraničních vf typů s obdobnými parametry. Preferujeme typy v plastovém pouzdru s ohledem na možné zkraty při stěsnané montáži.

Oscilátor je v Clappově zapojení, krystal je „tažen“ indukčností cívky L1 pod sériovou rezonanci. Výchozí počet závitů L1 je 25 na již zmíněné „čince“. Stejnosměrné předpětí varikapu určuje Zenerova dioda 5,6 V. V kolektoru tranzistoru T1 je zařazena učinná, odlumená pásmová propust 36 MHz, která má dominantní význam pro potlačení nežádoucích kmitočtů. Cívky je nutno navinout přesně podle předpisu, kondenzátory C6 a C7 předem raději změřit, nastavování propusti roztahováním závitů cívky je kritické.

o další výkonový stupeň, nebo ho provozovat jinak než s vlastní prutovou anténu. Mějte na paměti, že jde o pouhé „kecátko“ do kapsy, kterým není možné nahradit základní zařízení pro práci od krku. Učinili jsme též pokus realizovat vazbu mezi T3 a T4 pásmovou propustí, nevedl však k žádoucímu výsledku. V takovém případě je PA budu buzen málo, nebo se rozkmitá, což je ještě horší. Prostě stále platí, že jakmile začneme chtít nemožnosti, celá konstrukce ztratí původní eleganci.

## Zdvojovač 36 MHz/72 MHz

Z pásmové propusti 36 MHz je přes odbočku cívky L3 galvanicky připojena báze tranzistoru T2, který má v zásadě dvě funkce. V režimu příjmu, kdy je od jeho kolektoru odpojeno napájecí napětí +TX, se uplatní pouze přechod báze-emitor, na kterém je kmitočet 36 MHz násoben 4x, tj. na 144 MHz. Na tento kmitočet je vydán obvod L5 C8 a s signál – oscilátorová injekce – je přiveden do g2 směšovače přijímače.

Při připojení napětí +TX se T2 mění na aktivní zdvojovač kmitočtu, obvod v jeho kolektoru L6, C10 je laděn na kmitočet 72 MHz. Stupeň pracuje ve třídě C, úhel otevření (obsah 2. harmonické v kolektorovém proudu) je možno optimalizovat změnou emitorového rezistoru R7.

## Zdvojovač 72 MHz/144 MHz

Stupeň je v zapojení se společnou bází, aby bylo možno dosáhnout velké impedance v kolektoru a tím i odlumení laděného obvodu L8, C13. To je kritické místo celé koncepce, neboť obvod včetně vazby musí být nastaven tak, aby byl koncový stupeň T4 dostatečně buzen při kmitočtu 144 MHz a přitom co nejvíce potlačen kmitočet 72 MHz. Při tomto nastavování je nevhodnější sledovat průběh kolektorového proudu koncového stupně, který by měl zhruba odpovídat obr. 20. Při zasunování tenké feritové

## Koncový stupeň

Osazen je typem KSY21, který je odolnější než taktéž ověřený KSY71. Při kolektorovém proudu kolem 30 mA oba typy sice již hrají, ale ještě nevyžadují nutně chladič – záleží na optimálním odvedení výkonu do antény. Výkonnější typy jako např. KF630D a obdobně raději nepoužívat, při větších odběrech z baterie si celá sestava ráda zakmitá!

## Přizpůsobení prutové antény

V konstrukci použité přizpůsobení prutové antény bočníkem je u kapesních radiostanic méně obvyklé, přesto však plně funkční.

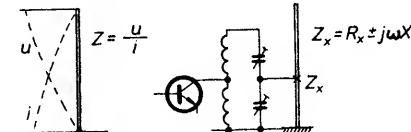
Předpokládáme-li u malé kapesní radiostanice vf výkon asi 100 mW, bude nutno koncový stupeň zatížit odporem  $R_z$  podle vzorce

$$R_z = \frac{U_b^2}{2 \cdot P_0};$$

dosazeno

$$R_z = \frac{9^2}{2 \cdot 0,1} = 400 \Omega.$$

Tuto zatěžovací impedanci je nutno s minimálními ztrátami transformovat na patní impedanci čtvrtvlnné prutové antény, která vzhledem k absenci dokonalé protiváhy může být asi 50 až 60  $\Omega$ . Převod impedancí je tedy rádově 1:10, což se obvykle řeší transformací ve dvou stupních. Pro toto řešení však není v TRP-4 místo.



Obr. 21. Čtvrtvlnná prutová anténa

Na obr. 21 je znázorněna prutová čtvrtvlnná anténa s průběhem proudového obložení. Kmitna napětí u prutové antény je v jejím vrcholu. Impedance podél antény se též mění podle vzorce

$$Z = \frac{u}{i}.$$

Největší je opět ve vrcholu, směrem k patě klesá, až posléze v patním bodě dosahuje např. idealizované teoretické hodnoty 36  $\Omega$ . Na anténu tudíž nutně musíme najít bod, v němž poměr  $u/i$  dosahuje námi požadovanou hodnotu např. 400  $\Omega$ . V tomto bodě ovšem impedance nemá pouze reálnou složku  $R_x$ , ale též jalovou složku  $j\omega X$  s kladným nebo záporným znaménkem, jedná-li se o induktivní nebo kapacitní charakter. Účelem nastavení přizpůsobovacího obvodu je najít takovou kapacitu obou kondenzá-

žitý generátor možnost modulace, byť i amplitudové, obvody lze nastavit podle sluchu (přitom už musí být připojeny i všechny nf obvody). Je ovšem nutné udržovat při ladění výstupní úroveň z generátoru co nejmenší, pod hranicí omezení signálu v IO1, což je v případě kmitočtové modulace běžná zásada. Křivku selektivity mf zesilovače není nutno snímat, nebude se nikdy příliš lišit od uvedené a pokud všechny obvody „ladí“, tj. reagují na otáčení jádry, nebude velký rozdíl ani v celkovém zisku. Právě při otáčení křehkými jádry oceníme prozírávost, se kterou jsme včas namazali závity těliska olejem.

## Stavba a oživení VCXO

Zapájíme všechny součástky, krystal zatím neotvíráme a jeho kmitočet neupravujeme – to uděláme po nastavení zdvihu a kontrole vysílaného spektra, až bude zařízení dokončeno i po mechanické stránce a deska s plošnými spoji umístěna i s bateriemi ve skřínce. Tehdy oceníme výhodu dutých nýtků použitých ve funkci zdírek – krystal je pak možno zasunout z druhé strany desky a získat tak k němu pohodlný přístup. Na straně spojů je též umístěna sériová cívka L1, protože i u ní bude možná třeba změnit počet závitů. Doporučujeme její vinutí nezalévat voskem nebo lakem, pouze přetáhnout kouskem těsné bužírky. Varikap D1 je též na straně spojů.

Pozornost věnujeme pásmové propusti 36 MHz, kondenzátory 33 pF raději přeměříme a u cívek L2 a L3 nesmíme poplést počet závitů. Odbočka na L3 se vytvoří zkroucením a ocínováním drátu, nikoli pracným „natahováním“. Půjde pak vlastně o dvě cívky v sérii, jedna bude mít 6 a druhá 19 závitů. Pro nastavení oscilátoru a naladění pásmové propusti je třeba mít zapojen i I. násobič s tranzistorem T2.

Funkci oscilátoru ověříme kontrolou jeho kolektorového proudu, má být asi 5 mA a při vyjmutí krystalu musí poklesnout. Pásmovou propust 36 MHz nastavíme podle kolektorového proudu tranzistoru T2. Propust je velmi selektivní, dodládujeme stlačováním či roztahováním závitů izolační tyčinkou, případně zjišťujeme smysl dodládění zasouváním tenké feritové tyčinky do cívek. Proud tranzistorem T2 najednou „vyletí“, proto pozor na měřidlo. Tranzistor T2 lze vybudit asi na 5 až 7 mA kolektorového proudu. Obvod v emitoru T2, laděný na 144 MHz, zatím nedodalujeme; dodládime jej až při nastavování přijímací části.

## Nastavení I. násobiče

Pro toto nastavení je třeba osadit celý II. násobič, tj. celý stupeň s tranzistorem T3. Při dodládění cívky L6 sledujeme kolektorový proud T3, měl by dosáhnout alespoň 5 mA. Ladění je už méně kritické, ladíme nejen stlačováním závitů cívky L6, ale i změnou polohy vazební cívky L7. Účinnost násobiče, závislou na úhlu otevření stupně, můžeme optimalizovat změnou R7, uvedená hodnota 120  $\Omega$  se však opakovala ve většině případů.

## Nastavení II. násobiče

Pro toto nastavení je nutné osadit součástky koncového stupně s tranzistorem T4. Místo kondenzátorů C19 a C20 prozatím ze strany spojů připájíme kapacitní trimry (např. 3 až 12 pF) a anténu nahradíme rezistorem 68  $\Omega$ . Ladění cívky L8 a L9 bylo již popsáno a je znázorněno na obr. 17. Kolektorový proud koncového stupně může při napájení 9 V být až 50 mA, po dodládění výstupního obvodu do zátěže však poklesne

na průměrnou hodnotu 35 mA, což odpovídá příkonu 270 mW.

## Nastavení koncového stupně

Pro závěrečné nastavení koncového stupně je vhodné celou konstrukci dokončit po mechanické stránce a zařízení nastavovat ve skřínce přímo do prutové antény. Jak již bylo uvedeno, uplatní se vliv protiváhy. Nastavujeme laděním kapacitních trimrů, většinou indikátorem sledujeme maximum napětí na vrcholu antény, skříňku držíme v běžné provozní poloze v ruce. Je zřejmé, že tato metoda zcela neodpovídá povolovacím podmínkám, ale vhodnější způsobu prutové antény neexistuje a snad nám to povolovací orgán odpustí. V žádém případě nedoporučujeme takto nastavovat koncový stupeň přímo na kanále místního převáděče; i to je jeden z důvodů, proč kmitočet krystalu nastavujeme definitivně až zcela na závěr. Máme-li vlnoměr, můžeme posoudit, nakolik proniká parazitní kmitočet 72 MHz ve srovnání s kmitočtem 144 MHz. Pečlivé dodládění cívek L8 a L9 skutečně potlačí nežádoucí pronikání 72 MHz.

Na závěr změříme nastavenou kapacitu trimrů a co nejpřesněji nahradíme pevnými kondenzátory. Malé diferenční kompenzujeme dodláděním cívek L10 a L11.

## Nastavení zdvihu a kontrola vysílaného spektra

Při této, možná nejzáludnější fázi konstrukce, se neobejdeme bez přijímače nebo transceiveru pro pásmo 145 MHz, vzájemná radioamatérská výpomoc se předpokládá. Je nutné kontrolovat nejen blízké okolí vysílaného signálu, ale i vzdálenější kmitočty, v podstatě celé pásmo.

Nejdříve nastavíme požadovaný maximální zdvih 5 kHz změnou odporu rezistoru R34, případně cívky L1. Při změně počtu závitů L1 nás nesmí zmást posun jmenovitého kmitočtu – zatím nastavujeme pouze zdvih. I když v modulační cestě není zařazen omezovač zdvihu, nemusíme se bát trochu na zdvihi „přítlačit“, je to lepší než šeptavé modulace, které občas na převáděčích slyšíme. Kontrolujeme nejdříve přijímačem přepnutým na FM, ale zle kontrolovat i přijímačem přepnutým na AM nebo SSB. Při normálním, klidném mluvení do mikrofonu bez křičení vykáže spektrum kmitočtové modulovaného signálu dvě maxima, vzdálená od sebe 9 kHz, jak bylo odvozeno v [2]. Pro kontrolu zdvihu je vhodný i měřič zdvihu podle [5], ten nás však neinformuje o parazitních emisích, které mohou vzniknout zakmitáváním nf obvodu MBA915. Proto je vždy nutná přímá kontrola odpolechem, kdy si můžeme ověřit i charakter modulace, dále to, zda se VCXO při modulaci „neutrhává“ apod.

Po nastavení modulačního zdvihu nastavíme ještě zdvih volacího tónu 1750 Hz změnou odporu rezistoru R33. Stačí poslechem, porovnáním s normální modulací, volací tón má mít asi poloviční hlasitost (-6 dB). I zde kontrolujeme spektrum při vysílání volacího tónu, u kterého se jasně projeví výrazná maxima v odstupu po 1750 Hz v šířce asi  $\pm 15$  kHz, jejichž amplituda se mimo uvedené rozmezí rychle zmenšuje. Ostatně volací tón při startování převáděče používáme vždy pouze krátce a nějaký vliv na sousední kanály je v praxi vyloučen. Nebezpečné je pouze rozkmitání obvodu MBA915, kdy se spektrum může rozšířit i na stovky kHz okolo středního kmitočtu.

Teprve poté otevřeme kryt krystalu a kmitočet podle kontrolního přijímače usadíme na zvolený kanál, je možné využít i čítač. Příslušné metody byly podrobně popsány

v [2], úplným začátečníkům však doporučujeme pomoc od těch zkušenějších, nebo aby jim alespoň předvedli, jak na to. Po změně kmitočtu krystalu znovu zkontrolujeme kvalitu vysílaného signálu (může se po úpravě kmitočtu např. jódováním změnit) a pokusíme se o prvních několik spojení na převáděči, zatím s použitím kontrolního přijímače. Posudky a rady protistanic, pokud jsou méně seriánové a s dobrým úmyslem pomoci, nebereme na lehkou váhu, pokusíme se podle nich zařídit a modulaci „vyšolíchat“. Kvalitní signál je naše vizitka a na popisovaném zařízení lze skutečně vyrobít signál čistý, dobré promodulovaný, srovnatelný např. s FT221. To bylo ostatně v praxi ověřeno střídáním zařízení při spojení a úmyslným klamáním a „zkoušením“ protistanic.

## Nastavení vstupní části přijímače

Pro konstrukci vstupní části platí zásada, že se snažíme u všech cívek stále udržet tvar a vzhled. Cívka s extrémně roztaženými závity již nebude ani vzhledná, ani účelná, protože se zbytečně sníží její činitel jakosti Q, zvětší rozptylové pole a bude ovlivňována např. blízkostí ruky. Rezonanční kondenzátory (tj. C21, C25, C26, C8) nezapájíme proto definitivně na krátko do příslušných děr desky s plošnými spoji, ale pro počáteční nastavení zkrátíme jejich vývody na délku asi 10 mm a pouze lehce je přichytíme ze strany spojů. Nelze totiž vyloučit, že při dodládování obvodů 144 MHz bude nutné volit sousední kapacitu z řady E12 – to vyzkoušme zasouváním feritové tyčinky do příslušné cívky. Pokud by v této etapě byly kondenzátory napoprvé zapájeny napevno, zničili bychom při laborování záhy drobné pájecí body na desce s plošnými spoji. Je lépe tedy počkat, až budeme mít jasno, vhodné je rezonanční kondenzátor přeměřit předem. Po osazení vstupní části součástkami nezapomeneme na drátový spoj mezi R15 a R19 pro napájecí napětí. Na vstupní cívku L12 připojíme provizorní anténu – 0,5 m drátu PVC.

Na vf generátoru se zapnutou modulací nastavíme maximální výstupní úroveň a pokusíme se zachytit jeho signál. To se nám obvykle podaří bez problémů. Výstupní signál z generátoru zeslabíme pro úroveň omezení a jako první dodládujeme obvod injekce oscilátoru – cívku L5. Rezistor R17 nahradíme odporným trimrem a pokusíme se optimalizovat předpětí g2, ve většině případů však uvedený odpor 120  $\text{k}\Omega$  bude vyhovovat. Po ověření správné kapacity kondenzátoru C8 zapojíme do příslušných otvorů spojové desky napevno a cívky L5 a L4 dodládime na maximální signál.

Stejným způsobem postupujeme u pásmové propusti L14, L15. Zde je ladění stlačováním závitů již ostřejší, také signál po dodládění znatelně zesílí a musíme postupně stahovat úroveň z generátoru. Cívky stlačujeme zásadně izolační tyčinkou nebo v nouzi párátkem, jakýkoli kov je rozladí. Po ověření kondenzátory C25 a C26 opět zapájíme napevno a cívky znovu jemně dodládime. Poměrně ostré ladění má i vstupní obvod, navíc je cívka L13 navinuta z holého pocinovaného drátu, takže musíme dát pozor na zkrat mezi závity. Po jejím dodládění by měl být signální generátor stažen téměř na minimum a je pravděpodobné, že již uslyšíme signál z převáděče.

Nyní již můžeme připojit vstupní cívku L12 kouskem tenkého stíněného káblíku (může být nf, teflonový je příliš tvrdý) na příslušný kontakt přepínače RX/TX a tím i k anténě. Podle signálu z převáděče nebo generátoru ještě jednou dodládime všechny cívky, anténní vazbu optimalizujeme polohou cívky L12. Citlivost přijímače mnohemého překvapí, navíc

vých důvodů zvolena varianta s obvodem LCR, která se i pohodlněji nastavuje.

## TRP-4 – postup při stavbě a oživování

Zkušeným konstruktérům bude zajisté stačit schéma, nákres rozmištění součástek a rozpisca součástek, pro začátečníky považujeme za nezbytné uvést i další informace. Zásadou je stavět a oživovat po částech.

Začneme přípravou desky s plošnými spoji. Všechny otvory vrtáme nejdříve vrtákem  $\varnothing 1$  mm. Vrtákem  $\varnothing 1.2$  mm pak převrtáme otvory pro tlačítka Isostat a vývody mf transformátorů. Středy mf transformátorů převrtáme na  $\varnothing 5,1$  mm, stejně tak díru u tranzistoru T6. Pro kryt se připravíme zdírky z dutých nýtků, podle nich pak převrtáme i obě díry. Podélňový otvor pod krytem prořízneme lumenkovou pilkou a kruhovou díru pod ním převrtáme na  $\varnothing 4,2$  mm – zde bude připájenou tenké pájecí očko, kterým je centrální zem desky s plošnými spoji převedená na druhou stranu desky a tam přitisknutá šroubková víka k připevňovací armaturě skříňky VKP 050. Původní armaturu s kruhovými odlehčovacími otvory bude nutno nahradit novou z ocelového nebo mosazného plechu tloušťky 1 mm s ohledem na překážející kryty mf transformátorů. Armaturu se propojí lanky s ozdobnou maskou reproduktoru a patou antény, tím získá protiváhu poněkud na účinnosti.

Dále lumenkovou pilkou předem rozšíříme i otvory pro páskové vývody regulátoru hlasitosti a potenciometrických trimrů.

Předvrtanou desku očistíme nitroředidlem, vydřhneme prostředkem na mytí nádobí TORO a dokonale včetně otvorů opláchneme pod tečkou vodou. Po zaschnutí ihned preparujeme pájecím lakem. Doporučujeme relativně řídký roztok světlé kalafuny V nitroředidle s přídavkem několika kousků pěnového polystyrenu, lak potom méně lepí.

Dále propojíme všechny drátové spojky, naznačené čárkované, vedené pod integrovanými obvody a tlačítkem Isostat. Zatím nezapojujeme drátové spoje mezi jezdecem „potenciometrem P2, vypínačem potenciometru a rezistorem R5 a spoj mezi vývodem 1 IO2 a odporovým děličem R24/R25. Spoj mezi rezistory R19-R15 se taktéž zapojí ze strany mědi až při oživování vstupní části přijímače. Všechny tyto dosud vynechané spoje budou realizovány tenkými izolovanými lankami včetně připojení reproduktoru, držáku baterií a antény.

### Stavba a oživení nf části

Předem osadíme tlačítka Isostat, po vyzkoušení volného chodu je zapájíme. Horní vývody Isostatu zkrátíme až na 1 mm – i na ně budou připájeny některé součástky a přívody. Umístíme a připájíme tlumivku T15, regulátor hlasitosti P2 a integrovaný obvod IO2. V případě použití jiného regulátoru hlasitosti, než je uvedený typ z přijímače „Selga“, budou zřejmě nutné menší mechanické úpravy. Dále zapájíme rezistory R7 až R34, kondenzátory C44 až C58. Některé součástky bylo nutno z prostorových důvodů umístit na desku s plošnými spoji ze strany mědi, držíme se proto legendy v seznamu součástek. Hodnoty některých součástek (R33, R34, R53) bude nutno při nastavování zdvihu změnit, proto je prozatím pájíme za nezkrácené vývody.

Po zapojení nf části vyzkoušíme. Na příslušné vývody tlačitek Isostat prozatím provizorně připojíme reproduktor, taktéž provizorně připojíme napájecí napětí 9 V, nejlépe ze dvou plochých baterií. Dotkneme-li se šroubováku „živého“ vývodu potencio-

metru P2, musí být v reproduktoru slyšet brum.

Opačnou, modulační funkci nf zesilovače ověříme nejlépe sluchátky s velkou impedancí připojenými paralelně k rezistoru R34; při stisknutém tlačítku P1 musí být slyšet foukání do reproduktoru. Stiskneme-li obě tlačítka, uslyšíme ve sluchátkách tón, jehož výšku můžeme regulovat trimrem R32. Rozsah regulace by měl být dostatečný pro nastavení kmitočtu 1750 Hz. Kdo má možnost použít nf generátor a osciloskop, může si funkci nf části ověřit s použitím přístrojů. Vycházíme z toho, že efektivní nf napětí dodávané reproduktorem ve funkci mikrofónu je „při pískání“ asi 2 mV. Naměřené parametry se však nebudou příliš lišit od dříve uvedených. Vhodné by bylo i zvětšit kapacitu kondenzátoru C54, pokud sežene- me rozdílově odpovídající typ.

### Mezifrekvenční zesilovač

Stavbu mf zesilovače začneme přípravou mezifrekvenčních laděných obvodů O1, O2 a O3. Použijeme mf transformátory 465 kHz z inkurantní stanice rády VX, přeladěné na 600 kHz výměnou původního kondenzátoru 470 pF za styroflexový typ 330 pF. I když je mf obvod 465 kHz v každém mf dílu radio-stanice VX větší počet, bez převýšení můžeme z jednoho dílu použít pouze dva, a to obě cívky z fázového diskriminátoru na místě O2 a O3. Přesto je i u nich nutné přehodit vývody z hrnčíkových jader a uspořádat je podle osazovacího plánu – jde o pohled zespodu! Primární a sekundární vinutí rozlišíme ohmmetrem (primární vinutí s více závity má podstatně větší činný odpor).

Třetí obvod, tj. O1, je nutno převinout a u primárního vinutí vyvést střed polovině vinutí, pokud nechceme rozebrat diskriminátor z další stanice. Postup: Sejmeme kryt původního obvodu včetně polyamidového tělíska s kondenzátorem. Nejlépe to jde při nahřátí krytu, tím povolí zalévací vosková hmota a hrneček i s kondenzátorem. Ize z krytu za vývody vytáhnout. S nahřátím, to nepřehánět – má povolit vosk a ne se roztažit polyamid! Zbylé bakelitové tělíska s hrnečkem se postaví hrnečkem dolů do nitroředidla a nitroředidlo se nechá působit na lepidlo spojující obě poloviny hrnečku tak dlouho, až spoj zmíkně a obě části hrnečku lze žiletkou od sebe snadno oddělit. Počkáme hodinu nebo dvě, je to lepší než spěchat a křehké jádro rozštípnout. Konec vinutí se opatrně odpájí od vývodů, pomůžeme si jehlou. Stejně tak jehlou rozvážeme uzlíky zajišťovací nitě nejdříve u sekundárního vinutí, které je nahore a má 4 závity, odvinuté lanko uložíme napnuté, aby se na něm neu-dělaly smyčky (libozvučný bastliský název je „krucánky“). To samé provedeme s primárním vinutím, které je ovšem podstatně delší. Prostým geometrickým rozpuštěním délky zjistíme střed primárního vinutí, ten bez přestříhání mírně zkroutime, konec pocinujeme a ponecháme pro vyvedení v délce asi 1,5 cm. Cívkové tělísko znovu navineme od středu na obě strany, dbáme přitom na stejný smysl obou polovin vinutí, jinak by byla celá práce zbytečná! Konec vinutí se zajistí tenkou nití a nahoru znovu navineme a nití zajistíme sekundární vinutí. Práce si vyžaduje šikovné prsty a pinzetu, dobré oči či ještě lepší brýle nebo lupu. Tenké pramínky v lanka totiž nesmíme nikde přetrhnout, případně porušit lakovou izolaci, proto ještě před vložením cívky do spodní poloviny hrnečku zkонтrolujeme celistvost vinutí ohmmetrem a stejně tak ověříme, není-li mezi primárním a sekundárním vinutím zkrat. Pokud je vše v pořádku, vložíme cívku do hrnečku a nitroředidlem dobré odmaštěné poloviny hrnečku slepíme např.

Lepolem. Konec vinutí připojíme na vývody tělíska podle osazovacího plánu. Následuje další kontrola ohmmetrem, po které můžeme připájet vývody kondenzátoru 330 pF umístěného do původního polyamidového pouzdra. Vývody tělíska se po obvodu izolují proti zkratu na kryt proužkem papíru, který zajistíme lepidlem nebo zalévací hmotou. Po vsunutí sestaveného kompletu do krytu ho ještě jednou zkontrolujeme ohmmetrem.

Jistě není třeba připomínat, že jde o vynikající, téměř joginské cvičení trpělivosti. Ostatně proč ne: pro mladé je trpělivost nutným předpokladem do života, pro ty starší pak obranou proti stresům. Současný trend nechuti navijet cívky sám osobně považuje spíše za lenost. Bylo by jistě možné předepsat pro konstrukci např. „japonské“ miniaturní mf transformátory. Ale ruku na srdce: sežene je snadno každý zájemce? To už je dnes snažší oproti situaci před 15 lety sehnat cívky z vyřazené radio stanice naši výroby. Konečně ten, kdo má možnost použít hotové mf transformátory, bude mít zřejmě i dost zkušeností k tomu, aby je v konstrukci bez problémů aplikoval.

Další práce na mf zesilovači jsou již podstatně jednodušší. Nejdříve upravené mf obvody i s kryty zapájíme na příslušná místa podle osazovacího plánu a naposledy zkontrolujeme ohmmetrem. Závit pro šroubově doladovací jádro v tělísce protáhneme kouskem vaty namotaným na zápalku a namočeným v lihu nebo technickém benzínu. Po tomto pročistění závit ošetříme kapkou jemného oleje. Jak moc se tato napohled zbytně operace vyplatí, pozná nejlépe ten, kdo ji odloží jako nepotřebnou.

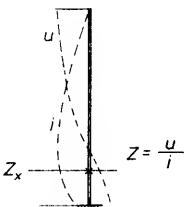
Nyní je již možné osadit integrovaný obvod IO1. U toho nejdříve odštípneme nevyužité vývody 3 a 14, pro které ostatně ani nejsou v desce otvory. Dále je nutné osadit rezistory R20, R21 a R22, bez nichž nemá mf zesilovač klidové předpětí (umělý střed napájecího napětí). Zapájíme tranzistory T6 a T7. Tranzistor T6 je umístěn „hohama vzhůru“, na vývod g2 navlékнемe malou feritovou perličku a k pájení použijeme raději mikropáječku, protože jde o typ MOS. I když použijeme typ KF907 (KF910, KF982) má věstavěné ochrany, nemusí vždy snést „cvakání“ pistolovou pájkou kolem sebe.

Dále osadíme rezistory R15 až R19, R35 a R36. Rezistor R17 zatím neosazujeme. Osadíme kondenzátory C28 až C38 a navíceme a osadíme cívku L15. Prozatím provizorně drátkem přivedeme kladné napětí mezi rezistory R19 a R15 ze strany spojů. Kolektorový proud tranzistoru T7 je asi 1 mA, kontrolujeme podle úbytku napětí na rezistoru R19, případně nastavíme změnou děliče R35, R36.

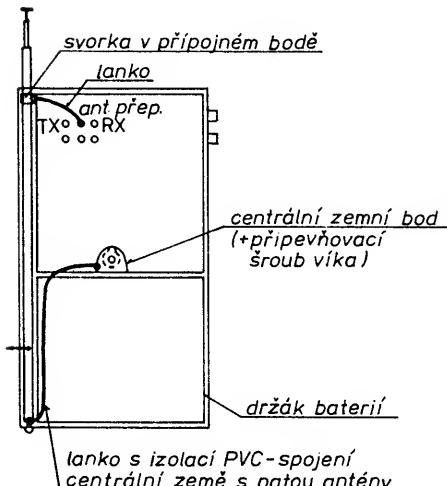
Nyní je možné předběžně sladit mf zesilovač při kmitočtu 600 kHz. Měřidlo s velkým vstupním odporem připojíme na vývod 10 IO1, změřenou hodnotu (umělý střed napětí) si poznáme. Výstup ze signálního generátoru připojíme přes oddělovací kondenzátor asi 1 nF na g2 tranzistoru T6, atenuátor stáhneme na minimum. Na generátoru nastavíme kmitočet 600 kHz a úroveň signálu z generátoru postupně zvětšujeme, až se na měridle objeví zjevná výchylka od umělého středu. Tuto výchylku se pokusíme zvětšit na maximum dodlacením obvodů O1 a O2 při současném snižování úrovně signálu z generátoru. Je-li zřejmé, že obvody O1 a O2 jsou doladěny, nastavíme jádrem obvodu O3 opět napětí na umělý střed při kmitočtu přesně 600 kHz. Proladováním generátoru v okolí 600 kHz se alespoň zhruba pokusíme odhadnout tvar a lineáritu demodulační charakteristiky. Při tomto předběžném nastavení se již projeví vzrůst a pokles šumu při změnách úrovně signálu či odpojování generátoru. Vše popsaný postup platí pro generátory bez modulace. Má-li ovšem pou-

torových trimrů, při které jalová složka impedance transformačního obvodu výkazuje stejnou hodnotu jako jalová složka impedance antény v připojném bodě, ale s opačným znaménkem. Obě jalové složky se tím vyruší a zbývá pouze žádoucí složka reálná  $R_x$ . Tím je v kostce popsán princip přizpůsobení jakékoliv antény.

V případě kapesní radiostanice s prutovou anténou nelze sice použít reflektometr jako např. na krátkých vlnách, optimálnímu nastavení však odpovídá maximální vf napětí na vrcholu antény, které můžeme snadno indikovat vf sondou. Přizpůsobení lze optimalizovat i pro jiné než čtvrtvlnné délky (obr. 22); u kapesních radiostanic, zvláště v ama-



Obr. 22. Anténa delší než  $\lambda/4$



Obr. 23. Umístění teleskopické antény ve skřínce VKP 050

téřské praxi, nemá význam se příliš zabývat vyzařovacími diagramy.

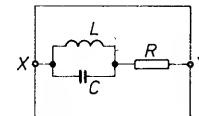
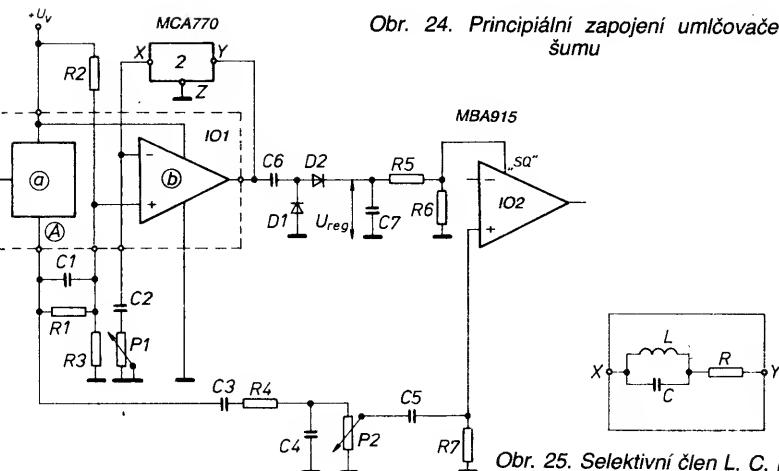
Tento přístup byl zvolen i u TRP-4. Použila teleskopická anténa ze starého přijímače Menuet, která byla do původní skřínky VKP050 umístěna podle nákresu na obr. 23. Připojena lanka ( $\varnothing$  asi 1 mm) tvoří součást bočníku. Bočníkové přizpůsobení má návíc tu vlastnost, že je selektivní, pro kmitočet 72 MHz „krátké“ a přispívá tak k jeho většímu potlačení.

### Umlčovač šumu (squench, SQ)

Umlčovač šumu můžeme považovat za přídavný obvod, bez kterého radiostanice sice plní svoji funkci, přesto jej však dnes nelze považovat za luxus. Dostupné integrované obvody k aplikaci přímo svádějí a bylo tomu tak i v našem případě po prvním pohledu do katalogu polovodičových součástek, ve kterém byly uveřejněny první informace. Dá se říci, že právě tento fakt byl hlavním popudem pro vznik předložené konstrukce.

Zapojení na obr. 24 využívá specifických vlastností IO1 (MCA7701) a IO2 (MBA915) a pracuje na principu vzorkování šumového spektra v oblasti kmitočtů kolem 13 kHz. O této kmitočtové oblasti lze experimentálně i statisticky dokázat, že energie šumu zde v případě úzkopásmové kmitočtové modula-

Obr. 24. Principiální zapojení umlčovače šumu



Obr. 25. Selektivní člen  $L$ ,  $C$ ,  $R$

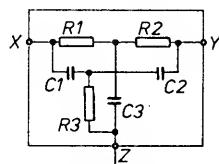
ce se zdvihem 5 kHz dosahuje určitého plochého maxima, dále je tato oblast minimálně ovlivněna produkty zkreslení, vzniklými přenosem užitečného hovorového signálu.

IO1 obsahuje část  $a$ , což je mf omezovací zesilovač s detektorem, a část  $b$ , kterou je operační zesilovač. Předpětí obou částí integrovaného obvodu je určeno odporovým děličem  $R2$ ,  $R3$  z rezistorů shodné hodnoty.

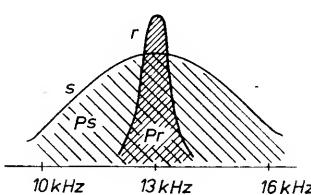
V okamžiku, kdy přijímač nepřijímá signál, je na výstupu detektoru v bodě  $A$  produkován intenzivní širokopásmový šum, který je přes kondenzátor  $C1$  veden na vstup selektivního zesilovače šumu. Selektivní zesilovač šumu je realizován částí  $b$  IO1, tedy operačním zesilovačem, v jehož zpětnovazební věti je zařazen selektivní člen 2. Selektivní člen 2 lze řešit dvěma způsoby:

První způsob, znázorněný na obr. 25, je založen na použití obvodu  $L$ ,  $C$ ,  $R$  mezi body  $X$  a  $Y$ . Obvod  $LC$  je laděn na střední kmitočet 13 kHz. Změnou odporu rezistoru  $R$  se volí jak základní zesílení, tak i selektivita zesilovače šumu.

Druhý způsob provedení selektivního člena je založen na využití dvojitého přemostěného článku  $T$ , laděného opět na střední kmitočet 13 kHz (obr. 26). Zde je základní selektivita určena rezistorem  $R3$ .



Obr. 26. Selektivní člen  $RC$



Obr. 27. Závislost šumového výkonu na šířce pásma zesilovače šumu

Šumový signál postupuje z výstupu operačního zesilovače přes kondenzátor  $C6$  na diodový špičkový detektor  $D1$ ,  $D2$ . Na filtračním kondenzátoru  $C7$  se vytvoří stejnosměrné řídící napětí  $U_{reg}$ , úměrné energii šumového vzorku, které přes odporový dělič  $R5$ ,  $R6$  ovládá umlčovací klopný obvod v IO2 (nf zesilovač).

Velikost energie šumového vzorku je dána nejen zesílením, ale i šířkou zpracovávané-

ho pásma a mezi nimi je nutno volit určitý kompromis. Z obr. 27 je zřejmé, že selektivní zesilovač s úzkou křivkou selektivity  $r$  dává menší šumový výkon než zesilovač se širokou křivkou  $s$ . Právě proto je nutné u obou provedení selektivního člena volit velikost odporu při základním nastavení, která bude závislá na velikosti šumu, produkovaného celým přijímacím traktem. Učelem základního nastavení je dosáhnout co největší dynamiky změny stejnosměrného řídícího napětí  $U_{reg}$  pro stavy bez signálu a se signálem. Zesilovač šumu (nasazený umlčovače) se v průběhu jemně reguluje potenciometrem  $P1$ , kondenzátor  $C2$  galvanicky odděluje invertující vstup operačního zesilovače od země.

Odporový dělič  $R5$ ,  $R6$  upravuje napětí  $U_{reg}$  (rádové jednotky voltů) na velikost potřebnou pro ovládání umlčovacího vstupu  $SQ$  IO2. Tam je pro nasazení umlčovacé potřebné napětí typicky 800 mV, pro odpad umlčovacé 400 mV při proudu pouze 10  $\mu$ A. To umožňuje volit velké hodnoty rezistorů děliče  $R5$ ,  $R6$  (rádové stovky k $\Omega$ ), takže při kapacitě  $C7$  např. 1  $\mu$ F dosahuje zapojení značné časové hysterez, což je právě vlastnost požadovaná u vozidlových i kapesních radiostanic. Náběhová časová konstanta je přibližně 1 ms, odpadová časová konstanta pak stovky ms.

Pro správnou funkci umlčovače nesmí být výstup  $A$  demodulátoru zatížen malou impedancí. Tuto zásadu musí respektovat i následující kmitočtová výhybka, oddělující cestu hovorového a šumového signálu. Proto je v cestě hovorového signálu za vazebním kondenzátorem  $C3$  zařazen sériový rezistor  $R4$ , rádové desítky k $\Omega$ . Ze stejných důvodů není možno připojit kondenzátor deefáze  $C4$  přímo na výstup demodulátoru, ale až na rezistor  $R4$ . Výstupní nf napětí z demodulátoru je typicky 100 mV, nf napětí na rezistoru  $R7$ , potřebné pro plné vybuzení nf zesilovače 3, je 10 mV, což představuje pro volbu velikosti rezistoru  $R4$  dostatečnou rezervu. Hlasitost se reguluje potenciometrem  $P2$ , kondenzátor  $C5$  je vazební.

Významnou předností uvedené kombinace obou integrovaných obvodů s popsáným umlčovacem je minimální spotřeba proudu v klidovém stavu – při umístění celkem asi 1 mA, dále pak minimalizace počtu součástek a vysoký stupeň miniaturizace při zachování optimálních funkčních vlastností.

Tolik výňatek z přihlášky vynálezu. Předložené zapojení je obecně použitelné u všech radiostanic pracujících s kmitočtovou modulací. Je podstatně jednodušší než relativně „krkolomná“ zapojení používaná u četných profesionálních výrobců. Protože je samozřejmě vhodné i pro konstrukce, pracující s dvojím směšováním na kmitočet 465 kHz, doporučujeme ho pozornosti nejen amatérským, ale i profesionálním konstruktérům. Pro zařízení TRP-4 byla z prostoro-

je signál stabilní, ve srovnání s předchozími typy TRP-1 až 3 nepáská při nasazení vazby apod. Na klasickém superhetu se asi skutečně nedá nic zkazit.

## Umlčovač šumu

Princip použitého umlčovače šumu byl již popsán. Cívka L16 je navinuta drátem  $\varnothing 0,1$  mm CuLH, snažíme se neprodržit izolaci o ferit, proto kroužek bud' předem bandážujeme proužkem mikroténnové fólie, nebo ho namočíme v epoxidové pryskyřici a po zaschnutí teprve navineme. Místo elektrolytických kondenzátorů o kapacitě 1  $\mu$ F můžeme zde, ale i na všech ostatních místech konstrukce použít 2,2  $\mu$ F bez jakékoli újmy (bylo ověřeno). Diody jsou libovolné germaniové nebo Schottky, rozhodující je pouze velikost.

Při nastavení umlčovače šumu sledujeme voltměrem s velkým vstupním odporem změny napětí na kondenzátoru C43. Při maximálním šumu má být usměrněné napětí také maximální. Stav se signálem simulujeme zkratováním vývodů 1 a 4 na vstupu IO1, tomu odpovídá minimální usměrnění napětí. Volbou odporu rezistoru R23 se snažíme dosáhnout co největšího rozdílu napětí mezi oběma krajními stavami. Dále ověříme regulaci zesilovače šumu potenciometrem P1; musí regulovat opět mezi oběma krajními hodnotami. Po nalezení správné hodnoty R23 připojíme vývod 1 IO2 tenkým lankem na dělič R24/R25. Pomer obou odporů děliče volime tak, aby umlčovač překlápel v okamžiku, kdy je jezdec potenciometru P1 přibližně ve 3/4 dráhy. Zkušenosti při stavbě dalších exemplářů TRP-4 však naznačují, že je možné ponechat ve schématu předepsané odpory děliče R24/R25 beze změny a umlčovač nastavit pouze rezistorem R23 tak, aby hranice uzavírání a otěvření umlčovače byla vždy v mezech regulačního rozsahu potenciometru P1.

Mechanické provedení ovládacího „knoflíku“ potenciometru P1 si zaslouží zvláštní popis. Jako „knoflík“ je použita středová vroubkovaná část starého „televizního“ odporového trimru, do níž je zatahen úzký proužek plechu, zapadající jako šroubováček do výřezu trimru P1. V příslušném přesně orýsovaném bodě na boku skřínky VKP 050 je proti trimru P1 vyvrácen těsně lícující otvor, do kterého se taktéž zhotovený knoflík zasune a zajistí zevnitř Segerovou pojistkou. Nic naplat, miniaturní konstrukce si žádá netradiční metody. Zbývá jen dodat, že funkce správně nastaveného umlčovače nás příjemně překvapí.

## Použitá literatura

- [1] Daneš, J. a kol.: Amatérská radiotehnika a elektronika, díl 4, Praha, Naše vojsko 1989.
- [2] Daneš, J. a kol.: Amatérská radiotehnika a elektronika, díl 2, Praha, Naše vojsko 1986.
- [3] Novák, P.: Radioamatérský zpravodaj č. 5-8/1980.
- [5] Daneš, J. a kol.: Amatérská radiotehnika a elektronika, díl 3, Praha, Naše vojsko 1988.



Na závěr bychom chtěli ještě upozornit, že z hlediska současného pohledu na kvalitu vysílaného spektra jde o zařízení tzv. nezesilovatelné (vzhledem k dosažitelnému potlačení kmitočtu 72 MHz). Naštěstí, vlastně

i vlivem náhody, obsahuje díky náhodnosti obvodu MBA915 k nežádoucím kmitům proti „zesilovacím tendencím“ automaticky pojistku. V popsaném provedení jsme ho přes převáděč OK0E vyzkoušeli v praktickém provozu z Chomutova (30 km vzdušná vzdálenost), letos přes DB0ZB na dovolené (25 km). Výkon 150 mW s prutovou anténou zcela postačil a stali se z nás zapřísaháli odpůrce „krokodýliho“ provozu s velkými výkony. Provozujeme proto zařízení tak, jak je navrženo, vždyť i tak splní svůj účel a užijeme si s ním hodně radosti při cestách a pobytu v přírodě. Nakonec není problém, pokud jedeme na prázdniny či dovolenou do oblasti jiného převáděče, připravit si jiný krystal pro požadovaný kanál.

Pro běžný provoz není nutné mít osazeny všechny kanály a při výletech oceníme právě malé rozměry a váhu, stabilitu kmitočtu, nezávratné napájení z tužkových článků a nespornou operativnost popsaného zařízení. Do stavby a užívání přejeme proto mnoho zdaru.

## Seznam součástek

C10	27 pF	TK 754	ss, ms		
C12	1 nF	TK 744	ss, ms		
C13	6,8 pF	TK 755	ss, ms		
C14, 15	1 nF	TK 744	ss, ms		
C16	22 $\mu$ F	Frolyt	ss, ms		
		$\varnothing 5$ mm			
C17, 18	1 nF	TK 744	ss, ms		
C19, 20	výběr	TK 754	ss, ms		
C21	12 pF	TK 754	ss, ms		
C22	8,2 pF	TK 754	ss, z odb. L13		
		na bázi T5			
C23, 24	1 nF	TK 744	ss, ms		
C25	10 pF	TK 754	ss, ms		
C26	8,2 pF	TK 754	ss, ms		
C27	2,2 pF	TK 754	ss, ms		
C28	68 nF	TK 782	ss, ms		
		az C34			
C35, 36	56 pF	TK 754	ss, ms		
C37, 38	68 nF	TK 782	ss, ms		
C40	15 nF	TK 783	ss, ms		
C41	10 nF	TC 235	ss, ml		
C42, 43	1 $\mu$ F	Frolyt	ss, ms		
		C44	1 nF	TK 744	sp, mezi vývody IO
		C45	1 $\mu$ F	Frolyt	ss, ms
<i>Legenda: ss – strana součástek; ms – montáž nastojato; sp – strana spojů; ml – montáž naležato.</i>					
<i>Rezistory</i>		<i>montáž</i>			
R1	82 k $\Omega$	TR 151	ss, ms		
R2	560 $\Omega$	TR 151	ss, ms		
R3, 4	47 k $\Omega$	TR 151	ss, ms		
R5	560 $\Omega$	TR 151	ss, ml		
R6	390 $\Omega$	TR 151	ss, ms		
R7	120 $\Omega$	TR 151	ss, ms		
R8	120 $\Omega$	TR 151	ss, ml		
R9	27 $\Omega$	TR 212	ss, ms		
R10	68 $\Omega$	TR 151	ss, ms		
R11	15 k $\Omega$	TR 161	ss, ms		
R12	56 k $\Omega$	TR 161	ss, ms		
R13, 14,					
R15	1 k $\Omega$	TR 161	ss, ms		
R16	47 k $\Omega$	TR 161	ss, ms		
R17	120 k $\Omega$	TR 161	ss, ms		
R18	330 $\Omega$	TR 161	ss, ms		
R19	1 k $\Omega$	TR 151	ss, ms		
R20	82 k $\Omega$	TR 161	sp, ml		
R21	270 k $\Omega$	TR 161	ss, ms		
R22	270 k $\Omega$	TR 161	sp, ml		
R23	15 k $\Omega$	TR 161	ss, ms		
R24	680 k $\Omega$	TR 212	ss, ms		
R25	390 k $\Omega$	TR 212	ss, ms		
R27	47 k $\Omega$	TR 161	sp, ml		
R28	390 k $\Omega$	TR 212	sp, ml		
R29,					
R31	33 k $\Omega$	TR 151	ss, ms		
R30	33 k $\Omega$	TR 161	ss, ms		
		na přep.			
R32 (P3)	10 k $\Omega$	TP 008	ss, ms		
R33	výběr	TR 161	ss, ms		
		na přep.			
<i>Diody</i>					
D1	KB105G	T12, T2,			
D2	KZ260/5V6	T3	SF245		
D3	D4 GA201	T4	KSY21		
	apod.	T5, T7	SF245		
		T67	KF907		
<i>Tranzistory</i>					
<i>Integrované obvody</i>					
IO1	MCA770A				
IO2	MBA915				
<i>Ostatní součástky</i>					
<i>Reprodukтор ARZ081</i>					
Anténa teleskopická (Menuet apod.);					
Tlačítko Isostat 2 x přepínací kontakt;					
Tlačítko Isostat 4 x přepínací kontakt;					
PKJ (krystal) 36 MHz z radiostanice RACEK, případně jiný, viz text.					
<i>Cívky + mf transformátory</i>					
L1	25 z drátem $\varnothing 0,1$ mm CuLH na „čince“ z mf transformátoru, hmota N1;				
L2	25 z drátem $\varnothing 0,3$ mm CuL, samonosně na trnu $\varnothing 3$ mm;				
L3	totéž, odb. na 6. z od studeného (zemního) konce;				
L4	2 z drátem $\varnothing 0,5$ mm CuL, samonosně na trnu $\varnothing 4$ mm, přes studený konec L5;				
L5	7 z drátem $\varnothing 0,5$ mm CuL, samonosně na trnu $\varnothing 3$ mm;				
L6	8 z drátem $\varnothing 0,5$ mm CuL, samonosně na trnu $\varnothing 4$ mm;				
L7	3 z drátem $\varnothing 0,5$ mm CuL, samonosně na trnu $\varnothing 6$ mm, přes studený konec L6;				

# Gigantická anténa Yagi pro pásmo 14 MHz

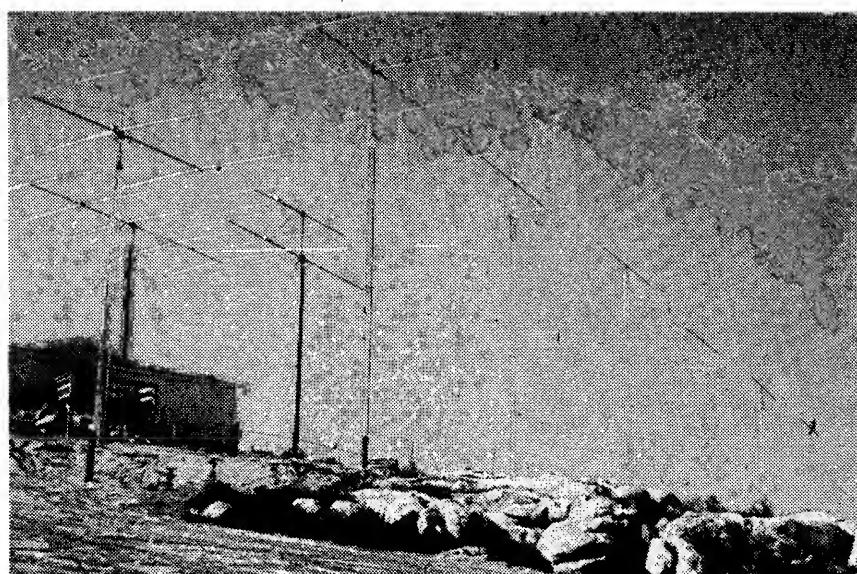
Yagiho anténu neobvykle velkých rozměrů navrhli a v jižní Kalifornii postavili radioamatéři W6TSW, W6VPH a K6BLG. Nejde o anténu, jejíž skutečně mimořádné rozměry by vypluly z užití nezvykle velkého počtu pasivních prvků. Z tohoto hlediska jde o standardní 13prvkovou anténu s jednoduchým reflektorem a 11 direktory. Opravdu jedinečně velké rozměry souvisí s pracovním kmitočtem, který je 14,15 MHz. Anténa má velkou vstupní impedanci ( $300 \Omega$ ) a pro  $\text{CSV} \leq 1,5$  má šířku pásmá větší než 2 %. Přitom vypočtená směrovost je 15,8 dBi pro volný prostor. Změření skutečného zisku z pochopitelných důvodů není možné. Uvedené hodnoty jsou však pro anténu délky  $5\lambda$ (!) přiměřené. U stejně dlouhých antén se setkáváme s udávaným ziskem kolem 15 dB proti původnímu dipólu. Zde počítají autoři se ztrátou 0,1 dB na svorkách antény a s dalším 0,5 dB ztrátou na 55 m kabelu k radiostanici.

Proti obvyklému způsobu stavby má tato anténa jednu zvláštnost. Její prvky nejsou uchyceny na jediném souvislém ráhnu. Místo toho je celá anténa postavena na 6 příhradových trojbočních stůžárech s ukotvením. Přitom kotvy, aby nepůsobily rušivě na rozložení pole v těsné blízkosti antény, jsou ve svých horních úsecích zhotoveny z dielektrika. Každý ze stůžáru nese ráhno v délce 9 m a s průměrem 75 mm orientované souhlasně s podélnou osou celé antény, na jehož koncích je uchyceno po jednom direktoru, s výjimkou 1. stůžáru, na jehož ráhnu je reflektor, buzený prvek-dipól a 1. direktor. Jednotlivé prvky mají dvakrát odstupňovaný průměr tak, že ve střední části je to 32 mm a na koncích 19 mm.

Anténa je směrována s azimutem 15°, takže umožňuje pokrytí vybraných oblastí Evropy a Asie. V provozu je od února 1991 a splňuje nebo předčí očekávání autorů. Objektivní změřený zisku, jak jsme již uvedli, je prakticky neuskutečnitelné a tak je hodnocení založeno na srovnání s výsledky dosažovanými s kvalitní otočnou 5prvkovou anténou, stojící v těsném sousedství, a z impedanční charakteristiky, která se naproti tomu dá ověřit velice snadno.

Celý návrh antény se uskutečnil výpočtem na osobním počítači s využitím momentové metody. Podobnější se autoři o způsobu výpočtu nezmiňují. Poukazují pouze na to, že s ohledem na spolehlivé vyloučení případných pozdějších nezbytných úprav s nevyhnutelnou demontáží prvků na vysokých stůžárech volili 0,5 % rezervu v délce prvků s ohledem na známou skutečnost, že po dosažení horního mezního kmitočtu Yagiho anténa rychle ztrácí směrovost v předním směru vlivem přechodu reaktance direktorů z kapacitní do indukční oblasti a jejich následných přeměn v reflektory. Vliv případné malé odchylky v rozevíracích prvků nehráje významnější roli a s tolerancemi se zde proto nepočítalo.

Případné zájemce o stavbu podobného systému je třeba upozornit, že je zcela zbytněné, aby do redakce zasílali žádosti o podrobnější informace, protože kromě zde



uvedených dat žádná jiná autoři neudávají [1]. Slibují však, že další podrobnosti publikují v blízké budoucnosti.

[1] Hachten, J. E.; Ansley, B.; Bathker, D. A.: A modern giant Yagi. IEEE ant. + propag. mag., 33, č. 3, 6. 1991, s. 19 – 21.

## Centrum zpráv Afriky

K podpoře radioamatérského hnutí v rozvojových zemích Afriky (zaměřeno na Lesotho, Swazijsko, Mozambik ale i další africké státy) byla ustavena pracovní skupina s názvem PADC (Promotion of Amateur Radio in Developing Countries) s radioamatérskou stanici vysílající pod značkou ZS6NFA. Jejím předsedou je Hans Welens, ON6WQ. Od prosince loňského roku vysílají pravidelné relace v pásmech 21, 14, 7 a 3,7 MHz, u nás

nictvím sítě packet radia na ZS6NFA @ ZU8NRC nebo ON6WQ @ ON7RC. V uvedených třech státech budou zřízeny klubové stanice k demonstrování radioamatérské činnosti. Celá akce má velkou podporu úřadů, neboť se dá předpokládat, že znalosti z oboru amatérského rádia budou pozitivně ovlivňovat mládež a její zájem o elektroniku všeobecně; navíc pokud bude aktivních radioamatérů dostatek, umožní to vybudovat nouzovou síť pro případ katastrof, které na africkém kontinentu nejsou vzácné – ať se již jedná o zemětřesení, lesní požáry ap. Zájemci o podrobnější informace o činnost PADC si mohou dopsat rovněž na uvedenou adresu.

2QX



bylo možné zachytit vysílání na 14 282 nebo 21 282 kHz provozem SSB v neděli od 7.15 UTC, relace se opakuje v pondělí na stejných kmitočtech od 17.00 UTC. Vysílané zprávy sestavují ZS6AKV a ZS6BTD z dostupného materiálu z celého světa a jednotlivé relace jsou v délce 15 minut, ovšem mohou se prodloužit, pokud bude dostatek zajímavosti. Pro tento pořad je možné zaslat jakýkoliv zajímavý materiál písemný nebo namluvený na kazetě na adresu: NFA, P.O. Box 807, Houghton 2041, Rep. of South Africa. Texty se mohou zaslat také prostřed-

## Malý katalog polovodičových součástek

je název příští přílohy časopisu Amatérské radio, která vyjde v listopadu 1992. Katalog přináší na 64 stranách informace a data o našich i zahraničních operačních zasilovačích. Bude mimořádně cennou pomůckou v dílně každého konstruktéra a radioamatéra. Vzhledem k omezenému nákladu tohoto katalogu Vám doporučujeme objednat si jej korespondenčním lístkem přímo u vydavatele na adresu:

**Vydavatelství  
MAGNET – PRESS  
odd. administrace  
Vladislavova 26  
113 66 Praha 1**

**Objednávky můžete posílat do 15. října 1992; po vyjíti Malý katalog polovodičových součástek dostanete poštou.**

**Cena: 15 Kčs + 4,30 poštovní poplatek.**

- L8 7 z drátem  $\varnothing 0,5$  mm CuL, samonosně na trnu  $\varnothing 4$  mm;
- L9 2 z drátem  $\varnothing 0,5$  mm CuL, samonosně na trnu  $\varnothing 6$  mm, volná vazba přes studený konec L8;
- L10,11 4 z drátem  $\varnothing 0,5$  mm CuL, samonosně na trnu  $\varnothing 5$  mm;
- L12 2 z drátem  $\varnothing 0,3$  mm PVC přes přes studený konec L13;

- L13 8 z drátem  $\varnothing 0,5$  mm CuSn („ranžír“ drát zbavený PVC izolace) na trnu  $\varnothing 3$  mm, odb. na 3. z od zem. konce;
- L14,15 8 z drátem  $\varnothing$  mm CuL, samonosně na trnu  $\varnothing 3$  mm;
- L16 150 z drátem  $\varnothing 0,1$  mm CuL na toroidu  $\varnothing 10$  mm, H22;
- TI1, TI3, TI4 10 z drátem  $\varnothing 0,3$  mm CuL, na toroidu  $\varnothing 4$  mm, H20 nebo H22;

- TI2 20 z drátem  $\varnothing 0,1$  mm CuLH na toroidu  $\varnothing 6$  mm, H22;
- TI5 20 z drátem  $\varnothing 0,1$  mm CuLH na toroidu  $\varnothing 4$  mm; H22 (H20);
- O1, O2,
- O3 mf transformátory 465 kHz z VXN101 přeladěné na 600 kHz výměnou původního kondenzátoru za typ TC 281, 330 pF, úprava viz text.

# HISTORIE

## MARCONI

Václav Hlavatý, OK1AYW

Rána vypálená z ručnice venkovánem, toho jara 1895, oznámila světu zrození rádia. Guglielmo Marconi, tehdy dvacetiletý, si tohoto venkovana zjednal, aby dával pozor na jeho první rádiový přijímač, a jakmile uvidí, že se na něm něco pohnulo, aby vystřelil. Vysílač umístil mladý Marconi v otcově vile v Pontecchio, nedaleko Boloně. Neměl zde žádnou laboratoř, jen koutek na půdě, kde mu trpěli jeho hračky.

Marconi se seznámil se slavným profesorem boloňské univerzity, fyzikem Augustem Righim. Ten důkladně zkoumal radiové vlny, vylepšil Hertzovy přístroje, ale dařilo se mu přijímat rádiové vlny jen na vzdálenost několika metrů. Marconi chtěl dosáhnout spojení z jedné strany zeměkoule na druhou. Righi byl k témuž cílům skeptický, ale dal Marconimu mnoho užitečných rad. Profesor Beccaria v gymnasia v Miláně, Calzecchi-Onesti, vynalezl nový přijímač (detektor) rádiových vln, skleněnou trubičku s kovovými pilinami (koherer). Téměř současně jej objevil i Branly ve Francii a Lodge v Anglii. Ani jeden nedosáhl praktických výsledků, chyběla jim maličkost – anténa. Marconi postavil první anténu na sýpce v Pontecchio, připojil ji k jiskřišti a druhý pól uzemnil. (Je historickou skutečností, že první anténu použil Popov). Protože se rádiové vlny mohly díky anténě šířit mnohem dál než 300 metrů, kde čekal venkován připraven k výstřelu, koherer je zachytily.

Marconi pokračoval v pokusech, vylepšil detektor a dosahoval větších a větších vzdáleností. Nabídl dopisem svůj vynález italské vládě, ale nedostal odpověď. Obrátil se tedy na svou matku v Anglii, která zde měla vlivné příbuzné. O vynález se začali zajímat z anglické správy pošt a telegrafů. Brzy nato začali s výstavbou prvních radiotelegrafních stanic. Marconi byl na postupu, překlenutí Atlantiku se podařilo 12. prosince 1901. Za vydatné podpory mnohých, např. Ambrose Fleminga, byla v Poldhu v Cornwallu na anglické straně zřízena vysílač stanice. Přijímač byl postavený na Novém Foudlandu poblíž Saint Johns, ve starých opuštěných vojenských ubikacích.

Američtí vědci a všichni v Itálii byli nadšeni, Evropa byla skeptická k výsledkům pokusu. Anglo-American kabelová telegrafní společnost důrazně protestovala. V italské Spenzii bylo r. 1902 zřízeno radiotelegrafní oddělení a v námořní akademii v Livornu instalována radiotelegrafní stanice. Zde působil lodní poručík, markýz Luigi Solari, který byl novým vynálezem nadšen a stal se pravou rukou Marconiego. Armádou byl pověřen, aby dělal pokusy s bezdrátovou telegrafíí na moři. Na vzdálenost 500 námořních mil zachytily zprávy vysílané Marconim ze stanice v Poldhu na mysu Lizard. 12. července 1902 Marconi na lodi plující do Kronštadtu, kam

vezla krále Viktora Emanuela, zachytily zprávy vysílané z Poldhu na vzdálenost 2000 kilometrů. V Kronštadtu pak 16. července, ukázal italský král na palubě křížníku „Carlo Alberto“ ruskému carovi krabici na doutníky, ve které byl Marconiego přijímač. Byla to první válečná loď na světě, se zařízením pro příjem bezdrátové telegrafie.

Markýz Luigi Solari společně s Marconim vybudovali přímé rádiové spojení Itálie s Anglií a věnovali se zřizování radiotelegrafních stanic na lodích i na souši. Později se stal Solari prezidentem „Societa Radio Marittima Italiana.“

V letech 1919–1924 byly výkonné radiotelegrafní stanice britské říše nahrazovány stanicemi krátkovlnnými. Marconimu se dařilo i vysílání do předem určených směrů. První pokusy Marconiego v roce 1896 probíhaly na vlnových délkách 30 centimetrů. Po 35 letech se v Itálii k ultrakrátkým vlnám vrátil. Jeho pokusy probíhaly v Sestri Levante, provincii Genova, na pobřeží Ligurského moře. Zde, v zálivu Tigullio, na kopci, který je 70 metrů nad hladinou moře, stojí asi 10 metrů vysoká věž starého majáku (nyní „Torre Marconi“) – v květnu 1988 zde vznikl radioklub k propagaci oslav Marconiego, vysílá telegraficky pod značkou IY1TTM. Čestnou prezidentkou byla Markýza Cristina Marconi. Pokusy byly úspěšné, a tak 3. října 1931, před reprezentanty úřadu pošt předváděl možnosti využití mikrovlnných zařízení. Na terase soukromé vily v Santa Margherita, 50 metrů od břehu Ligurského moře byl vysílač s anténou se dvěma zářiči a čtyřmi reflektory. Přijímač byl umístěn asi 18 km od moře na věži. O půl roku později již předváděl duplexní provoz. Zkoumal také výhody „práce“ přijímače a vysílače do jedné reflektorové antény. Výsledky byly velmi dobré. Využil jich dokonce i papež Pius XI. Se stejnou sestavou komunikoval mezi Vatikánem a palácem Apostolico v Castel Gandolfo, vzdáleném více jak 20 km.

Marconi také studoval možnosti využití mikrovln pro řízení lodí v případech, kdy vizuální navigace je nemožná. 30. července 1934 to demonstroval na plachetnici ELETTRA v ústí zálivu del Tigullio. Bez kompasu a při zastřené kabině černými závěsy, byla loď vedena kapitámem k proplutí mezi dvěma bójemi vzdálenými 100 m od sebe. Tento manévr byl umožněn díky radiomajáku umístěnému na věži a vysílajícímu na vlnové délce 63 cm. Z kovových desek 1,2 × 2 metry byl vytvořen reflektor ve tvaru paraboly vysoké 90 cm. Ta nebyla stabilní, ale vychylovala se v intervalu 4 sekund o úhel 14 stupňů. Mezi dvěma svazky paprsků horizontálně polarizovanými vzniklo úzké pásмо ticha. Loď sledovala cestu v tomto pásu, představující bezpečný směr a snažila se nevyjet vlevo nebo vpravo z tohoto úzkého kanálu. Dva indikátory pomáhaly udržovat směr. Vizuální, kterým byl galvanoměr s nulou uprostřed, ukazující odchylky lodí od správného směru, druhý indikátor byl akustický. Odchylky řízení dosahovaly 1 stupně, vlivem manévrů na vzdálenost dvou mil. Tyto vynikající výsledky byly později využity a rozšířeny i do leteckého provozu.

Jistě úchvatný byl rozhlasový a televizní přijímač Marconiego společnosti na radio-technické výstavě v Londýně r. 1934. Byl ovládán hlasem. V paměti bylo uloženo za příslušními filtry více než 100 jmen rozhlasových a několik televizních stanic. Stačilo vyslovit jméno stanice a ta se ozvala, nebo objevila na promítací desce. Při slově „stop“ a novém jméně se vše opakovalo. Marconiego společnost prohlásila, že jde jen o pokus, byť zdařilý, a že přijímače, poslouchající na slovo, se rozšíří až někdy v šedesátých letech.

Aktivita tohoto vědce byla jistě obdivuhodná. Guglielmo Marconi zemřel v roce 1937. Zpracováno podle knihy: D. E. Ravalico: „Divy a záhady radiových vln“, Terst, 1934 a QSL vydávaných k výročí Marconiego.



# Z historie rozhlasové techniky

Ing. Jan Klabal

Odborně zaměřené články o bezdrátovém přenosu zpráv na dálku se u nás začínaly objevovat na přelomu století nejen v různých časopisech všeobecného zaměření, jako byl Světozor, Vesmír, Lumír, Věda a práce (později Vynálezy a pokroky), ale i v denním tisku. Stále častěji seznámovaly čtenáře s pokusy v jiskrové telegrafii, „mluvicím oblouku“, bezdrátovém přenosu krátkých zpráv apod. Jiskrová telegrafie, využívající tlumených kmitů elektrického oblouku, detektovaná kohererem, později vakuovou diodou či „krystalem“, se slibně rozvíjela a začínala se uplatňovat i při přenosu kusých informací ve veřejném životě. Brzy nalezla své důležité postavení v námořní dopravě, kde není možné jiné spojení. Vrcholu rozkvětu dosáhla v období první světové války, kdy již pracovaly tisíce vysílačů a přijímacích stanic, které využívaly na vysílaci straně buď jiskřitště nebo střídavý generátor s násobičem kmitočtu, případně Teslův transformátor. V poslední fázi svého rozkvětu se začalo pro telegrafní bezdrátový provoz používat i „tríelektrodových lamp elektronových“.

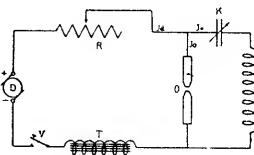
První jiskrové vysílače konstruované Herzzem, Marconim, Braunem, Popovem, Wienem a dalšími, měnily elektrickou energii jiskrou v tlumené elektromagnetické vlnění. Následně se začaly objevovat i vysílače netlumených kmitů vybuzených střídavými alternátory (obr. 1) a násobiči. Kmitočet však dosahoval jen několika desítek až stovek hertzů. Nejvýkonnější násobiče končily u 3 kHz. Účinnost takových vysílačů byla tedy nepatrná, stejně jako jejich dosah.

V říjnu 1906 oznámil dánský inženýr Valdemar Poulsen, že se mu podařilo získat netlumené oscilace při pokusech se „zpívající“ Duddelovou obloukovou lampou (obr. 2). Zdokonalené vysílače tohoto typu s chlazeným měděným jiskřitštěm v plynné atmosféře dosahovaly výkonu až stovek kilowattů a oscilovaly na tehdejší dobu „nízkých“ vlnových délkách kolem 2000 metrů. Pro svůj obrovský dosah se rychle začaly rozširovat a využívat především v námořní kores-

pondenci. Poulsen později využil v oscilačním okruhu „tríelektrodovou“ žárovku (předchůdce triody; usměrňovací princip dvouelektrodové objevil Edison r. 1885) a podařil se mu přenos srozumitelného tlumeného slova na vzdálenost 200 m (první pokusy s touto radiofoní konal již v r. 1904). Tepře však vynález triody (patent udělen 23. ledna 1908) americkým doktorem Lee de Forestem umožnil kvalitnější modulaci v kmitu. Audionová verze (detekce a zesílení) této triody objevená anglickem Flemingem (jako „vakuový ventil“ ještě před Forestem v r. 1904) zase umožnila zkvalitnit příjem a zvětšit dosah fónického přenosu. Díky vhodnějšímu umístění třetí elektrody (síťky) a hlavně dosažením velmi vysokého vakuu, se triody (obr. 3) začaly rychle uplatňovat při bezdrátovém přenosu zpráv. Začalo se jich používat nejen jako výkonných zesilovačů a oscilátorů (vf oscilátor s elektronou patentován r. 1913 Němec Meissner) na vysílaci

Valdemar Poulsen použil principu zpívající lampy Duddelovy a dosáhl netlumených oscilací o dostatečné frekvenci tím, že nechal uhlíky hofeti ve vodíkové atmosféře a v silném magnetickém poli.

Základní uspořádání lampy zobrazeno je v připojeném schematickém obrázku.



K obloukové lамpe O, jež napájena jest stejnosměrným proudem z dynama D přes tlumivku T, připojen jest paralelně kondensátorový okruh sestávající z kondensátoru K a samoindukce S.

Stejnosměrným proudem nabíjí se kondensátor, jenž se pak vybije přes oblouk.

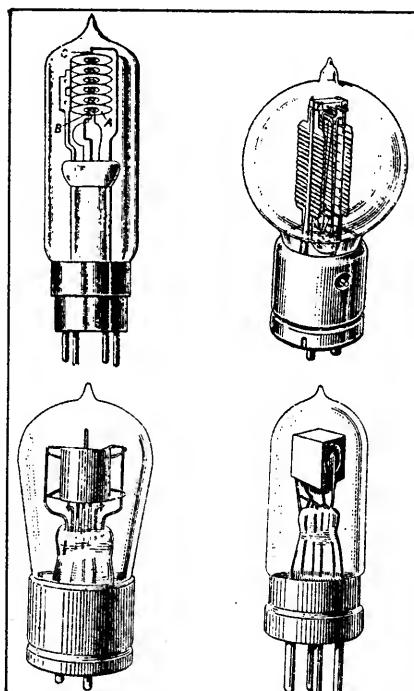
Oblouk píská vysokým tónem, jehož výška jest odvislá od veličin a kapacit okruhu kondensátorového.

Kruhem probíhá střídavý proud velkého kmitočtu.

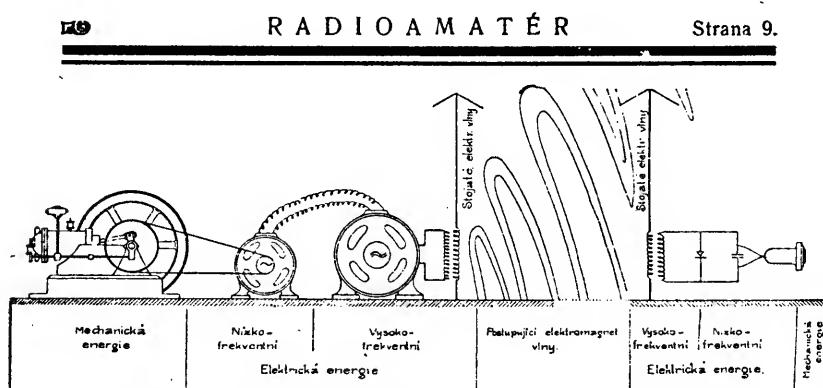
Odpor R slouží k regulaci napájecího proudu (as 400 V).

Tlumivka T (se železným jádrem) zabírá vstupu proudu vysokofrekvenčního z uzavřeného kmitačního kruhu do kruhu napájecího.

Obr. 2. Poulsenův oscilační obvod



Obr. 3. Uspořádání elektrod v prvních triodách



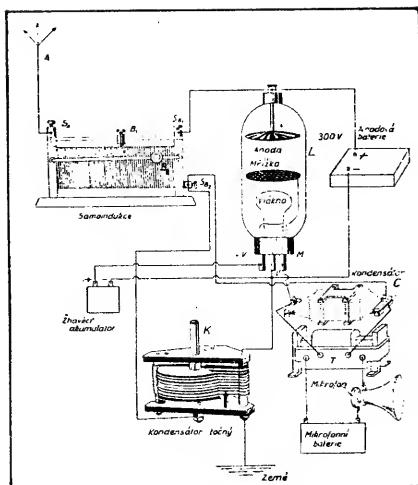
Při provozu mezi stanicí vysílači a přijímací mění užitá energie několikrát svoji podobu.

Ve stanici vysílači mění se původní tepelná energie parního stroje nebo benzínového motoru v energii elektrickou nízké frekvence. Ta mění se v elektrickou energii vysoké frekvence. Nositelem této energie jest ethér, pomyslná látka, vyplňující celý vesmír, který předává svou energii do antény stanice přijímací. V přijímací mění se energie vysokofrekvenční v nízkofrekvenční a potom v energii mechanickou (psací stroj), akustickou (telefon), nebo světelnou (světelné signály). Pro zachycenou energii elektrickou nemáme totiž žádného smyslového orgánu, který by ji zjistil, měníme ji proto v energii vnimatelnou pro nás buď sluchem nebo zrakem.

straně (obr. 4), ale i jako detektorů vysoké a zesilovačů nízké frekvence. O něco později i jako místního oscilátoru ke zlepšení příjmu netlumených kmitů záznějovou metodou (heterodyn-zpětnovazební oscilace – při příjmu telegrafních značek).

V průběhu druhého desetiletí se vinou významného vývoje (1914-18) v Evropě poněkud zpomalil, Amerika se naopak rychle dostávala do popředí. V březnu 1920 se uskutečnil první fónický přenos z divadla „California“ v San Francisku pomocí vysílače o výkonu 250 wattů. Kvalitní signál byl zajištěn nejen použitím „elektronových lamp“, ale také již uplatněním zkušenosti, že při snímání orchestru či herců na jevišti musí být použit jeden mikrofon (úzce směrové mikrofony ještě nebyly známé). Zjistilo se již tehdy, že při více mikrofonech na jevišti

Obr. 1. Mechanicky buzený vysílač netlumených kmitů



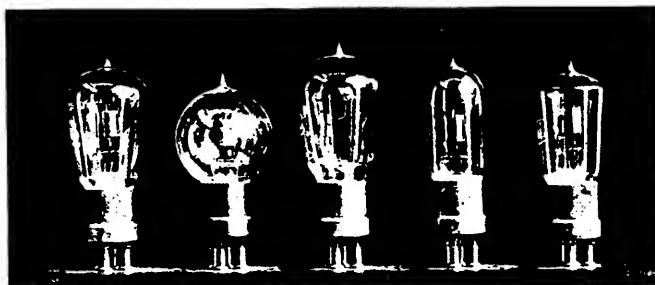
Obr. 4. Zapojení „radiotelefonní“ vysílací stanice

fázové zpoždění zvuků rozmístěných v různých vzdálostech od několika vzájemně propojených mikrofonů reprodukci orchestru značně zkresluje. Byl to vůbec první veřejný přenos rozhlasového vysílání. Brzy po něm, v listopadu toho roku, zahájila první pravidelné rozhlasové vysílání na světě stanice Westinghouse Elektric Co v Pittsburghu (USA). Zahájila tím éru nového technického oboru – radiotechniky, který tak přešel z laboratoří do praktického využití veřejnosti.

Obr. 5. Výřatek z časopisu Nová Época (č. 7-8/1922). Různé typy „elektronových žárovek“ z továrny Elektra

W. Preece byl předveden v Londýnské Royal Society a vystaven na výstavě roku 1895, teprve však zdokonalením evakuacních metod v posledních letech staly se spolehlivými přístroji, k nimž praxe sahá stále častěji. Sestávají ze žhavého vlákná, nalezejícího se ve vakuum. Vlákno to vysílá elektrony, jež dopadají na chladnou anodu. Elektrony pak nesou, jak známo, záporný náboj. Jelikož směr proudu označujeme dle kladného náboje, právě, že emise

Různé typy elektronových lamp z továrny „Elektra“. 1., 2., 4., 5., lampy přijímací, 3. lampa vysílací.



elektronů má za následek vznik proudu, když od anody k kathodě. Dokonale vakuové zabraňuje eventuelnímu opačnému průchodu proudu, elektronová žárovka propouští proud pouze jedním směrem, usměrňuje. Při dobře konstruovaných elektronových žárovkách není prázdného zpětného proudu, usměrňování ještě dokonale.

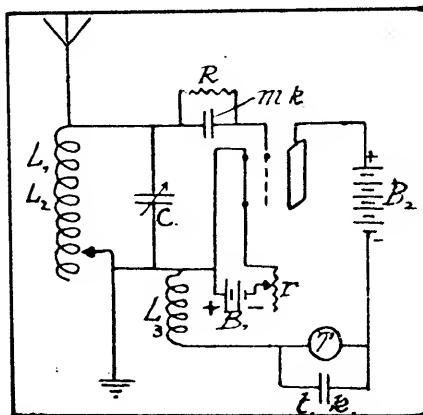
Jelikož takovými žárovkami lze usměrňovat napětí i stotisící volt naprostu dokonale, vzmáhá se jejich upotřebení stále více a více. Jsou užívány místo dřívějších synchronních rotačních usměrňovačů pro moderní roentgenologická zařízení, opatřují anodovým stejnosměrným proudem novodobé lampové vysílače pro bezdrátovou telegrafii a telefonii. V Americe dějí se pokusy, zavést mohutné elektronové žárovky do silnoproudé praxe, kterémuž cíli se General Electric vytvořením 100 KW elektronové žárovky velmi přiblížila.

V USA, necelé dva roky (v polovině r. 1922) od zahájení pravidelného broadcasťingu (rozhlasu) byly v činnosti již na 2 miliony přijímacích stanic, pro které vyrábilo více jak 12 tisíc specializovaných firem potřebné elektronky a součástky (obr. 5). Soukromých vysílačích stanic pracovalo v té době již na pět set. Přitom každý americký občan mohl vlastnit jak přijímací, tak i vysílací (do výkonu 0,5 kW) stanici. Programová nabídka větších stanic již definitivně přešla od zpráv k zájmovým, hudebním a populárně naučným pořadům, což nesprávně napomáhalo i k rychlejšímu šíření všeobecné vzdělanosti i v odlehlých končinách země. K zájmu o příjem rozhlasového vysílání přispěly nejen úřady, které nekladly téměř žádné překážky, ale i mnohé instituce. Již v polovině roku 1922 byl např. v New Yorku první hotel (16 poschodí), ve kterém byly ve všech pokojích umístěny radiopřijímače pro hosty (a bez příplatku).

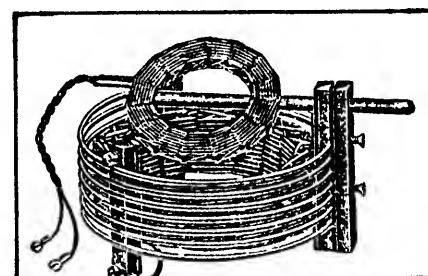
Rok po Američanech má také Anglie pravidelné vysílání londýnské BBC, po ni počátkem r. 1922 začali s vysíláním z Eiffelovky Francouzi a experimentuje „Deutsche Welle“ z Königswusterhausenu. U nás první pokusy s radiofonii začínají koncem roku 1922. K této experimentům byly propůjčovány radiotelegrafní vysílače v Kbelích u Prahy a v Poděbradech. Státní monopol drátové a bezdrátové telegrafie však zahrnul i radiofonii, což tvrdě potlačilo radioamatérství. K této, svým způsobem zákonitě brzdě rychlejšího rozvoje, značně přispělo i usnesení z porady konané 2. prosince 1922 na ministerstvu pošt a telegrafů. Pravilo se v něm: Bude zcela zakázáno zřizování a provoz amatérských radiostanic. Přijímací stanice radiotelegrafní a radiofonní budou ministerstvem pošt povolovány soukromníkům jen s podmínkou, že budou odebírány jen od určité, státem k tomu zmocněné a pod státní kontrolou jsoucí výrobky a prodejny (t.č. výhradní monopol Radioslovie).

V březnu 1923 začala stanice ve Kbelích ve volném čase mezi radiotelegrafním provozem pokusně vysílat i koncerty. Společ-

perheterodynem, i když zatím obtížně laditelným. V zahraničních časopisech a publikacích z let 1922 až 24 lze nalézt řadu schémat různě zapojených „radioaparátů“. V červnu 1923 vzniká také u nás samostatný časopis Radioamatér, který však již od září 1922 vychází jako příloha časopisu Nová Época. V prvním dvojčísle Radioamatéra lze vidět snad první u nás zveřejněné schéma jednoduchého „lampového“ přijímače (obr. 6). Elektronka zde ještě není zakresle-



Obr. 6. Jedno z prvních zapojení přijímače uveřejněné u nás

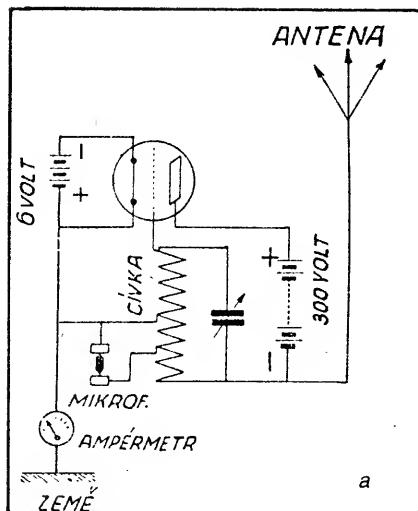


Obr. 7. Cívky ladicího a zpětnovazebního obvodu

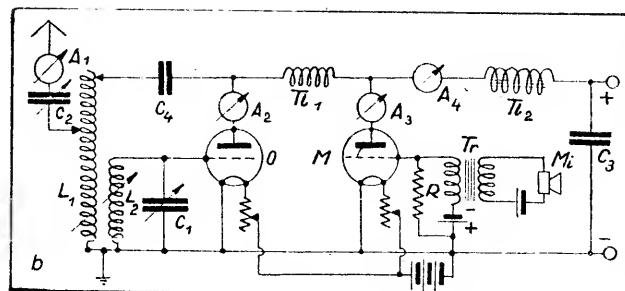
na v oválu, ale jen samostatnými elektrodamí. Jde o Armstrongův heterodyn, kde „lámpa“ plní funkci výpředzesilovače, detektoru a násilovače. Zpětná vazba se nastavuje změnou indukční vazby mezi cívky L3 a L1-L2. Jak se tato změna indukční vazby mechanicky řeší, ukazuje obr. 7. Z obrázku je patrné, že výroba cívek nebyla snadná, a také stabilita i nastavení bylo asi velmi špatné. Toto zapojení přijímače později doznalo řadu různých vylepšení.

U nás ale úřady, především ministerstvo pošt a telegrafů i ministerstvo vnitra, rozhlasovému vysílání a přímu příliš nepřály. Bály se o svůj státní monopol na šíření informací. Vždyť majitel rozhlasového přijímače by mohl poslouchat i telegrafní zprávy, což bylo podle zákona 4.60 Sb, odsouhlaseného národním shromážděním dne 23. března 1923, trestné. Tím mohli být majitelé nepřihlášeného přijímače označeni i za vlastizádce. Přesto se v některých publikacích určených pro radioamatéry objevovaly i zapojení nejen přijímačů, ale i jednoduchých vysílačů malého výkonu (obr. 8 a, b). Jejich stavba však byla co nejprsněji trestána.

Ještě počátkem r. 1924 bylo získání právoplatného povolení k provozu, byť jen přijímací radiofonní stanice, běžným občanem nemožné. Však se také do konce roku 1923 prodalo v Čechách jen 36 a na Moravě 11



Obr. 8. Schéma prvních jedno (a) a dvou (b) „lampových“ amatérských vysílačů pro fónický provoz



roku 1925 již měla Anglie přes milión posluchačů „broadcastingu“, Německo tři čtvrtě milionu, Rakousko přes 100 tisíc a Československo jen 1500. Navíc se nedal sehnat levnější přijímač, což byl důsledek předchozí státní monopolizace, včetně těžkopádnosti při povolování koncesí na přijímací stanici. V dubnu však povolil, pod tlakem zájmu o příjem rozhlasu, dosavadní byrokratický aparát ministerstva pošt a telegrafů a žádostí o koncesi začaly vyřizovat místní poštovní úřady. Tím se konečně i u nás mohl rozhlas začít masově šířit a také výrobci součástek a přijímačů rapidně zvyšovali svoji produkci. Na konci r. 1925 byl počet posluchačů rozhlasu desetkrát vyšší než na jeho počátku. A již opravdu rozhlasu, neboť tento nový název pro původní „čs. broadcasting“ se už také začal plně uplatňovat.

Amatérská stavba přijímačů (i na jejich provozování musela být koncese) si rovněž získávala stále více zájemců. Jenak ze

záliby v nově se rodícím oboru, jednak i proto, že na trhu byl přetrvávající nedostatek levných přijímačů. Vzrůstal zájem o návody na jejich stavbu. Malý formát časopisu Radioamatér již nevyhovoval. Od ing. Františka Štěpánka jej odkoupila akciová společnost Orbis. Časopis změnil formát na A4, zvětšil se i počet stran a celková úprava. Štěpánek byl ještě nějaký čas v jeho vedení, ale pak svůj zájem soustředil na výrobu a prodej radiosoučástek a přijímačů. Byla to také doba, kdy se objevovaly i jiné časopisy, které se věnovaly popularizaci rádia a zveřejňování návodů, ale žádný z nich neměl delšího trvání. Radioamatér (obr. 9), však zůstával. Snad i proto, že právě svým jednoznačně pojatým názvem a obsahovým zaměřením převážně na konstrukce a stavební návody přesně vymezoval okruh své působnosti.

Poválečný americký předstih před Evropou také brzy ukázal potřebu rozčlenit kmitočty podle použití a služeb. Již v dubnu

► přijímačů Standart (z Radioslavie). A to pouze vysoce postaveným státním úředníkům. Stavba amatérských přijímačů byla bezvýhradně zakázána a za jakýkoli pokus hrozilo vězení.

Na toto nařízení doplatil i šéfredaktor již vše jak rok vycházejícího časopisu Radioamatér, se kterým byl 16. února 1924 zahájen proces u zemského trestního soudu za nedovolené postavení a provozování přijímací stanice. Byl odsouzen k šesti týdnům těžkého vězení.

Přesto však byl rok 1924 rozhodujícím. Na jaře dostává Radio-Journal, ustavený již 7. června 1923 při společnosti Radioslavie, od ministerstva vnitra licenci na rozšířování koncertů, přednášek a také burzovních a tiskových zpráv z vysílače ve Kbelích. Výnosem ze 14. května 1924 konečně stanovilo ministerstvo pošt a telegrafů poplatky za provoz přijímací stanice a způsob podávání žádosti o koncese. Jedním z prvních „obyčejných“ majitelů se stává 28. 7. 1924 velkostatkář, kníže dr. A. Schwarzenberg. Má právo za poplatek vlastnit a provozovat přijímací stanici.

V USA, aby co nejvíce podpořili rozvoj a modernizaci rozhlasu v široké veřejnosti, vypisovalo v té době ministerstvo obchodu (pod které tehdy rozhlas spadal), každoročně soutěž o nejzdařilejší amatérský přijímač. U nás první radiofoničtí výstavka v červnu 1924 v jedné z poslucháren české techniky v Praze měla ukázat, co už dovedeme. Bohužel, vedle francouzského a anglického průmyslu se zde „krčila“ jediná čs. firma Urania z Českého Brodu. V časopise Radioamatér si k tomu povzdechl ing. Štěpánek: „Tam tedy vede tzv. ochrana domácího průmyslu (rozuměj státní monopol), kterou byly oficiálně odůvodňovány krutostí a složitostí předpisů. Dva měsíce po uvolnění přijímacích koncesí nemáme na trhu nic původního a jsme zase jen odkázáni na výrobky cizí a drahé.“

Další náš vysílač Radio-Journalu zahájil provoz v září 1924 v Brně (vždy po 18 hod.) s rozhlasovými pořady a v lednu 1925 druhý rozhlasový vysílač v Čechách ve Strašnicích (0,5 kW na vlně 550 m). Finanční situace Radio-Journalu se však v té době stávala neutěšenou. Firma Baťa se snažila pomoci, ale nakonec se „rozhoupala“ vláda a vstoupila do společnosti s 51 % kapitálu. To konečně umožnilo rychlejší rozvoj rozhlasu. Byl nejvyšší čas. Vždyť v té době na počátku



Obr. 9. Titulní stránka časopisu Radioamatér z roku 1927

1922 řeší Washingtonská radiotelefonní konference obrovský „chaos ve vzduchu“ a jedná „o návrhu doporučení vhodného zákona a rozdělení kmitočtů pro vysílače vln tlumených (telegrafie) a netlumených – tónových“ (s modulací). Doporučuje roztrídit kmitočty na jednotlivá pásma a ty pak přidělit různým službám, státním institucím, stanicím veřejným, vzdělávacím, obchodním a pro soukromé vysílání rovněž vyhodit určité pásmo kmitočtu. Dále doporučila přidělovat (propůjčovat) licence se zřetelem na přednostní pořadí, délku vlny, přípustný výkon v mezech předpisů pro danou službu a účelnost pro veřejnost. Státní, lodní, pevninské a další služby včetně rozhlasových měly používat pásem nad 275 metrů, radioamatérskému provozu bylo doporučeno přidělit pásmo pod vlnovou délkou 150 metrů. Tato doporučení pak byla s různými doplňky, úpravami i omezeními postupně přijímána i evropskými státy.

U nás to byly jen zákazy a více méně státní monopol, reprezentovaný společností Radio-Journal. Ta se k otázkce účelné organizace vyjádřila ve svém časopise (stejného názvu) v článku Úkoly Radio-Journalu následovně:

Ukázalo se, že jako v provozu na souši nebo na moři je potřebí určitý pořádek i „ve vzduchu“, že radiotelefonie úplně uvolněná značí nebezpečný chaos, který může mít neblahé následky pro celou veřejnou službu radiotelefonickou. K tomu poznání přišli i v Americe, kde radiotelefonii otevřelo se volné pole a kde snad vláda dodačně snaží se přivést do správných kolejí to, co během doby vymklo se jí úplně z ruky. A právě na základě těchto zkušeností přistupují evropské státy k vybudování radiotelefonické služby opatrněji, snaží se ji dátí určité směrnice, anž by chtěly bránit jejímu rozvoji, zaručití nerušený provoz státních stanic a poskytnouti občanstvu výhod radiotelefonie v mře, která by neohrožovala zájmy státu a vyhovovala plně potřebám veřejnosti.

Také u nás v Československu, snaží se vláda o to, aby radiotelefonie vyšla hned na počátku pravé cesty a aby tato stanula na pevných základech, které by zaručovaly její zdarný rozvoj v budoucnosti. Jde tu nejen o to, aby zájmy státu byly chráněny, ale i o to, aby radio nezvrhlo se na pouhou „švandu“, nýbrž postavilo se do služeb kultury, umění, lidových a praktického života. Jde tu o to, aby vše, co se raděm bude vysílati, mělo svůj účel a svoji určitou úroveň, aby český „broadcasting“, jak se vysílání koncertů, přednášek a zpráv v Americe nazývá, odpovídá tradicím našeho uměleckého vývoje a zapadl úspěšně do rámce našeho veřejného života.

A to jsou právě úkoly „Radio-Journalu“, který vznikl po pečlivých přípravách a předběžném studiu poměrů amerických a jiných v místě samém z popudu Spolku českých žurnalistů v Praze a který soustředil řadu osvědčených pracovníků. „Radio-Journal“ první v naší republice zahájil pravidelnou službu vysílání ze stát. stanice v Kbelích, ministerstvem pošt a tel. mu propůjčené a pokouší se organizovat radiotelefonickou službu tak, aby vyhovovala požadavkům doby. Chce, aby radio došlo u nás co největšího rozšíření a aby jeho vysílané programy mohly nejen soutěžit s cizinou, ale aby měly i svůj vlastní ráz a odpovídaly našim odlišným poměrům domácím. Aby této dosáhl,

zajistil si spolupráci nejvýznačnějších korporací osvětových, vědeckých i hospodářských, s nimiž ruku v ruce chce řešit problémy československého radia.

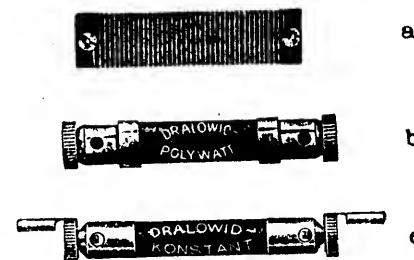
Radio-Journal se tak stal naší první institucí, která začala se systematickým rozšířováním a budováním čs. státního rozhlasového vysílání.

Že se ve druhé polovině dvacátých let začal rozhlas velmi rychle rozvíjet i u nás, podal pádný důkaz i 1. celostátní den rozhlasu (viz obr. 17). Symbolicky u nás uzavřel období prosazování rozhlasu jakožto společensky prospěšné technické vymožnosti a zároveň otevřel cestu k jeho všeobecnému rozšíření a využití.

### Konstrukční počátky radiotechniky

Obvody přijímačů jiskrového vysílání tlumených (dozívajících) kmitů pro telegrafii nevyžadovaly ve své základní podobě klasické elektronické prvky. Vystačilo se s kohhererem (zelezné piliny ve skleněné trubici) a Wagnerovým kladivkem (bzučák). Jakmile se však začaly prosazovat vysílače netlumených kmitů, situace se změnila. Kromě detektce nosné (netlumené) vlny bylo nutno zajistit, aby její usměrněná složka přenášela i slyšitelný zvuk. Modulace amplitudy nosného kmitočtu nízkofrekvenčním signálem a její demodulace však již vyžadovala zapojit ve vysílači i v přijímači vhodné elektronické prvky a obvody. Mimo „lampových“ a krystalových diod, které již patřily k prvním rádiovým součástkám, vytvořil skutečný základ radiotechniky teprve první aktivní (zesilovací) prvek – trioda. Pro svoji činnost však vyžadovala separaci střídavého napětí (modulaci) od pracovního stejnosměrného napětí. To uměl v té době již známý, ale rozměrný kondenzátor. Rovněž nastavení vhodného stejnosměrného předpěti či „práce“ triody do zátěže včetně impenzančního přizpůsobení obvodů zase vyžadovaly odporovou, případně indukční (transformátorovou) vazbu. Přeladitelnost vstupních obvodů přijímače na libovolnou stanici se neobešla bez laděného obvodu s proměnným rezonančním kmitočtem. To zajistily skokové odbočky na vzduchové válkové

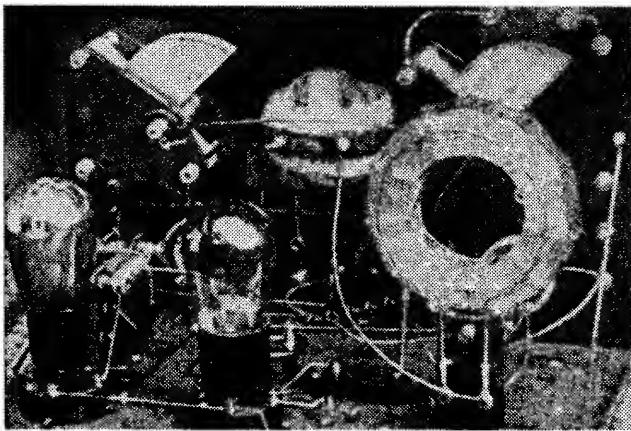
cívce a plynulé ladění deskovým kondenzátorem s proměnnou kapacitou. I tyto stavební prvky známé již dříve byly značně rozměrné (jejich miniaturizace trvá dodnes). Také vzájemné propojování jednotlivých součástek tak, aby nevznikaly přechodové odpory, se řešilo několik let. Pájení cíniem bylo sice známé klempířům, ale vyrábět součástky s drátovými vývody a ty pak spojovat cíniou pájkou se začalo uplatňovat až koncem dvacátých let. Proto téměř celé toto desetiletí (ale i později) měly rezistory i kondenzátory vývody buď na svorky nebo očka pod šroubky (obr. 10).



Obr. 10. Rezistory s mechanickým upevněním přívodů: a) pod matice; b) šroubové svorky; c) svorky nebo pájení či mechanické sevření přívodního vodiče

Až do začátku třicátých let se zájem konstruktérů i výrobců přijímačů zaměřoval hlavně na vylepšování citlivosti, selektivity a zesílení přijímaného signálu. Velikost použitých součástek nebyla rozhodujícím kritériem. Cívky vstupních obvodů se vyráběly rozměrné, vinuté křížově nebo jako válcové či voštinové (obr. 11). Dosahovalo se tím s menší mezikávitou kapacitou (snižuje přeladitelnost) co největší indukčnosti, velké jakosti i vyhovující přeladitelnosti s daným ladícím kondenzátorem. Účinky železného jádra na zlepšení jakosti indukčnosti při střídavém proudu byly sice známé, ale ve vysokofrekvenční energii se tyto poznatky neuplatnily. Teprve využití chemicky a mechanicky upraveného oxidu železa pod označením ferocart umožnilo v první polovině třicátých let změnit cívky ladících obvodů. Použitím ferocartových jader (obr. 12) se nejen

Obr. 11. a) Koncem roku 1927 se u nás objevila nabídka nejnovějších amerických tříobvodových přijímačů s voštinově vinutými cívky



Obr. 11. b) válco-vá cívka v kovo-vém stínicím krytu

c) amatérský zpětnovazební přijímač se dvěma samostatně laděnými obvody a zpětnou vazbou řízenou v té době velmi používanou proměnnou indukčností (variokopler)



od sebe, bylo nutno hledat cestu největší selektivity v superhetovém zapojení a to i za cenu snížení kvality přenášeného signálu. V časopisu *Radioamatér* (9/1932) k tomu píše ing. Frant. Štěpánek: *Evropští konstruktéři, kteří mají nesporně pro výkon přijímače po stránce kvalitní hudebně lepší evropský sluch než konstruktéři američtí, snažili se proto superheterodynmu vyhnout a volit k získání selektivity cestu přímou. Ukázalo se, že podstatně lze zvýšit výkon přijímačů zavedením vskutku bezeztrátových okruhů ladících, při čemž nebylo potřebí tolika lamp jako dříve.*

zvětšila jakost obvodů, ale zmenšila se i kapacita vinutí. Tím bylo možné obsáhnout bez přepínání indukčnosti celé pásmo středních vln i dosáhnout určité selektivity vstupních

mač s malou selektivitou reprodukovat bez rušení pouze místní rozhlasovou stanici.

Vzájemné rušení vysílačů v přijímaném signálu se američtí i evropští konstruktéři přijímačů snažili potlačit dvěma rozdílnými způsoby. V Evropě, kde byly silnější vysílače od sebe vzdáleny dostatečně daleko a pojivice jen u hlavních měst, jak je vidět z mapky na obr. 13 z roku 1925, se vystačilo ještě na počátku třicátých let jen s přímozesilujícími a tedy širokopásmovými laděnými obvody. Jejich nespornou výhodou bylo, že přenášely bez „ořezání“ celé modulační spektrum kmitočtů a tak v blízkém okolí vysílače bylo možno poslouchat kvalitní (kmitočtové) reprodukci vysílaných hudebních pořadů. V Americe (USA), kde již od poloviny dvacátých let značně vzrůstal počet soukromých vysílačů i v nevelké vzdálenosti



Obr. 12. Ferocartové cívky a hrníčková jádra

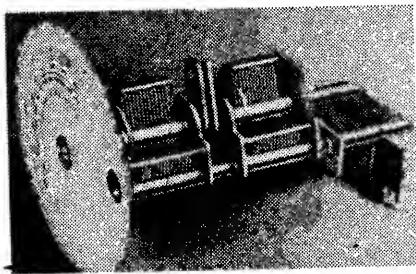
obvodů. Rozhlasové vysílače „rostly jako houby po dešti“ a jejich vyzářený výkon se neustále zvětšoval. V oblastech značně „zaplňeného éteru“ již mohl přímozesilující příjí-

Obr. 13. Mapa vysílačích stanic ve střední Evropě v r. 1925

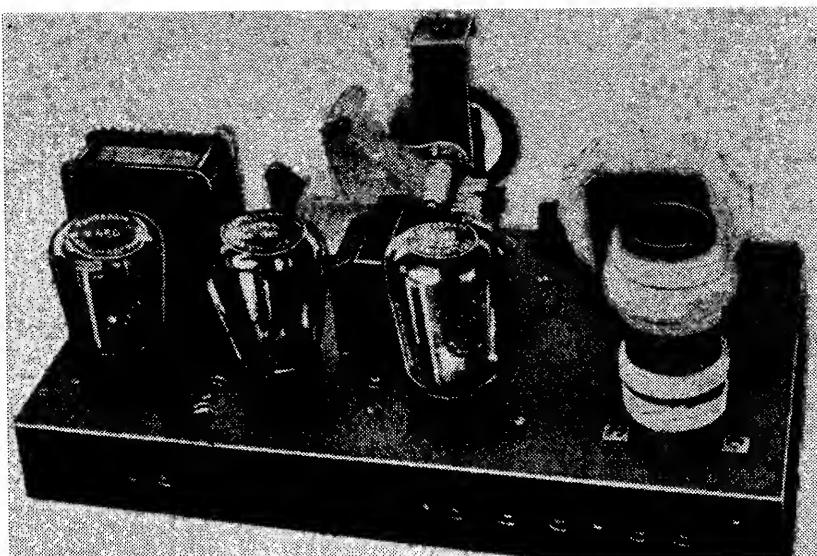


## Přímozesilující přijímače

V polovině dvacátých let se objevují první „dvouokruhové“ neboli se dvěma samostatně laděnými obvody, později pro zvýšení selektivity a citlivosti dokonce i více obvodové přijímače (obr. 14). Naladit však takový přijímač třemi samostatnými ladícími kondenzátory na slabší stanici bylo velmi pracné, ale pásmo přenesených kmitočtů nebylo zúžené. Pro usnadnění souběhu při ladění několika obvodů se brzy objevily vedle sebe spřažené ladící kondenzátory. Neměly však delšího trvání. Na přelomu desetiletí se u nás začal prodávat americký otočný dvojitý kondenzátor  $2 \times 500 \text{ pF}$  za sebou na společné hřídeli (obr. 15). Brzy nato se začaly vyrábět kondenzátory v provedení  $3 \times 500 \text{ pF}$  (triály). Díky tomuto zjednodušenému ladění se na trhu i v návodech na stavbu objevila řada dražších přijímačů s přímým zesílením v frekvenci od různých firem, ve kterých již byly použity cívky s ferocartovými jádry a dvojitým nebo trojitým ladícím kondenzátorem. Tyto přijímače, díky kvalitním částem, s „vysokoohrovým amplionem“ a vhodnou ozvučnicí (skříňkou) měly velmi přijemnou reprodukci, vyhovující selektivitu i citlivost.



Obr. 15. Americký dvojitý kondenzátor z počátku třicátých let v miniaturizovaném provedení



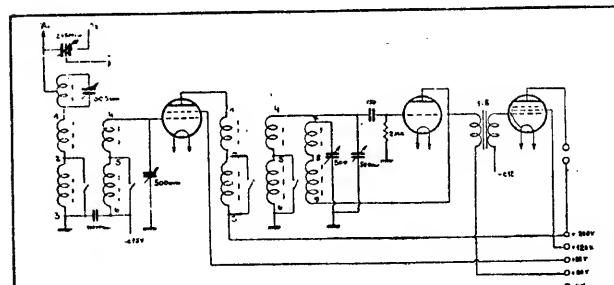
Obr. 16. Výkonná zpětnovazební třílampová klopná významná výroba v Pardubicích.

V levnejším typu přijímačů patřily kromě krystalek s nízkou zesílením hlavně „dvoulampové radioaparáty“ se zpětnou vazbou (obr. 16). Byly jednoduché svým zapojením a celkově nenáročné na součástky. Při ladění slabších stanic se však velmi často stávalo, že se přijímač rozpisoval při nasazení oscilací „přetažením“ zpětné vazby. To by při ladění tolik nevadilo, ale bohužel s připojenou vnější anténnou se takto kmitající přijímač stal vysílačem, který touto nepřijemnou modulací „obšťastňoval“ okolní rozhlasové poslušnice. Řada výrobců zařazovala v frekvenci silovacích stupňů i proto, aby do značné míry potlačil tuto vyzářovací schopnost rozkmitaného přijímače. V této úpravě dosahovaly přijímače velmi dobré selektivity a citlivosti a díky přijemné reprodukci prodejně soutěžily s superhety ještě ve čtyřicátých letech.

K desátému výročí rozhlasového vysílání u nás se v Pardubicích konal i první celostátní den rozhlasu. V časopisu Radioamatér byl k jeho zahájení článek (obr. 17), z nějž je patrné, že tato nová technická výmoženost umožňující šířit osvětu a kulturu ještě ani zdaleka neměla úplně uvolněnou cestu k posluchačům.



Obr. 14. Část stránky s návodem na stavbu stolního bateriového trojlampového přijímače s třemi samostatnými obvody, odladovačem a přizpůsobovací, proměnnou, protiúnikovou vazbou, při připojení dvou od sebe vzdálených venkovních antén



jak dobré známé a osvědčené. Není to jen „nějaký“ třílampovka, nýbrž vyzkoušený a stěle zdokonalený typ.

Cívky Duo jsou v anténě a na detekci stejně, jen je v antenni cívce prošle vý-

nové škály, která není příliš drahá a umožňuje snadnou montáž a umístění velikého počtu stanic při pěkném vzhledu.

Jinak všechna dala jsou na schématu a montážním plánu a fotografie ukazují



necháno reakční vinutí nezapojené. Odladovač je rovněž ferrocartový. Použijte-li se čtyřvoltových lamp, hodi se na první celkové provedení aparátu. Doporučují použití dobrého permanentního dynamiku, který dá reprodukci plastickou a čistou.

Obr. 17. Část stránky s časopisu Radioamatér upozorňující nejen na Den rozhlasu, ale propagující i osvětovou činnost Radiojournalu a skrytou reklamou upozorňující na kvality nejnovějšího přijímače Philips 930

PROGRAM SJEZDU V PARDUBICÍCH.

Sobota 19. září:  
Zahájení s radiotechnickými výmožnostmi. — 20.30 Společný poslech vzdorného rozhlasového večera. — Předprády komisi a svazů.

Neděle 20. září:  
Valné sjezdy a porady radiových svazů. — Dozvukovací schůze SKEČ a KVAČ. — 10.30 Ministr pošt dr. Franke zahájí manifestační schůzí. — Následují tři přednášky a usnesení řešené. — 13.00 Společný oběd. — Následují zábavné demonstrace radiotechnického pokroku na výstavbě a styk letadla se zemí. — 20.00 Promítání radiofilmu.

NECHT KAŽDÝ POSLUCHAČ ROZHLASU ZÍSKÁ ALESPOŇ JEDNOHO DALŠÍHO ÚČASTNÍKA ROZHLASU.

K 1. celostátnímu dni rozhlasu dne 20. září 1931.

Od 1. celostátního dne rozhlasu dělí nás již jenom několik dní. 20. září sejdou a sjedou se do Pardubic posluchači rozhlasu, aby manifestovali za práva rozhlasu a zejména jeho právní ochranu. Tento den bude zárodečný po celé republice věnován rozhlasu, jakožto nejmodernějšímu kulturnímu apoštoli. Radiové i osvětové organizace zasvětí 20. září úsilovné propagaci vznětené myšlenky rozhlasu. Jejich snahou je zpřistupnit tuto jedinečnou výmožnost 20. věku co nejvíce veřejnosti. Kdo sám poznal dobrodružství radia pochopí, o co přichází tím, kdo zůstává jíz neinformovanosti či neuvědomělosti mimo oblasti radia. Osvětové, kulturní i tělocvičné spolky budou razit většinou cestu rozhlasu. Zjedeme právě v době velkého ruchu v československém rozhlasu. Celostátní vysílač u Liblic, největší toho času v Evropě, zahájuje svůj provoz. Také monumentální budova rozhlasu, kde budou všechna studia a kanceláře Radiojournalu, chystá se svému dokončení. Je ovšem nasadě, že propagační den rozhlasu může se setkat s plným zdarem pouze tehdy, jestliže také obchod a radioprůmysl splní svoji povinnost a dá na trh přijímač, jenž by svojí kvalitou i cenou umožnil velké zpopularizování radia. Nutno s povědomem konstatovat, že jest to opět znamá firma Philips, která splňuje všechna naše očekávání. Tato firma dává totiž do prodeje právě přijímač Philips 930, sítovou třílampovku s vestavěným reproduktorem. Obsluha přístroje je velmi jednoduchá. Přijímač je velmi citlivý a snadno vyladí cílové vysílače i když domácí stanice pracuje. Philipsův přijímač má osvětlenou ladící stupnice. Pouzdro přístroje je ze speciálního materiálu arbolite. Zpětná vazba je provedena pevně: cívka je uložena v ložisku z novotexu, které umožňuje pravidelné a lehké otáčení.

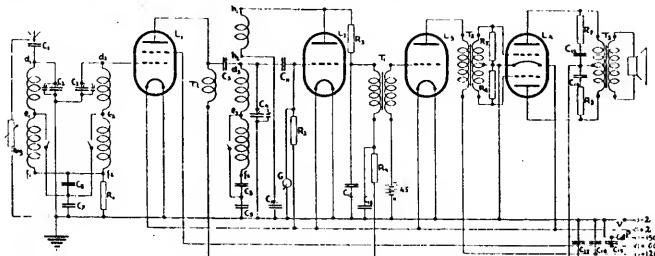


## SONORA B-35

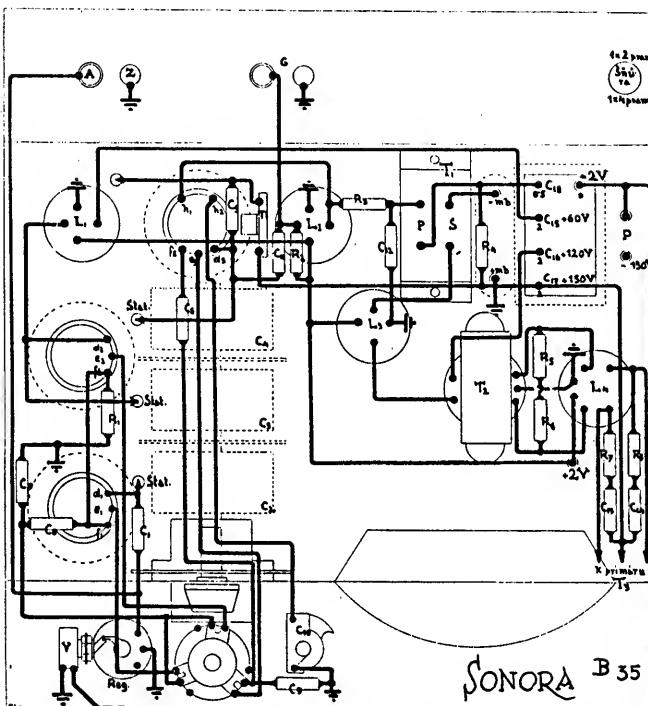
Čtyřlampový, tříokruhový bateriový úsporný přijímač s pásmovým filtrem, dynamikem a rozsahem 200-2000 m

Píše ing. E. Chalupa

Pohled na zmontované chassis.



Teoretické schéma Sonory B-35.



Pracovní plán Sonory B-35.

Obr. 18. Oblíbený amatérský přijímač druhé poloviny třicátých let

### Superheterodyn

Američané šli již od druhé poloviny dvacátých let cestou vývoje a výroby úzkopásmo-

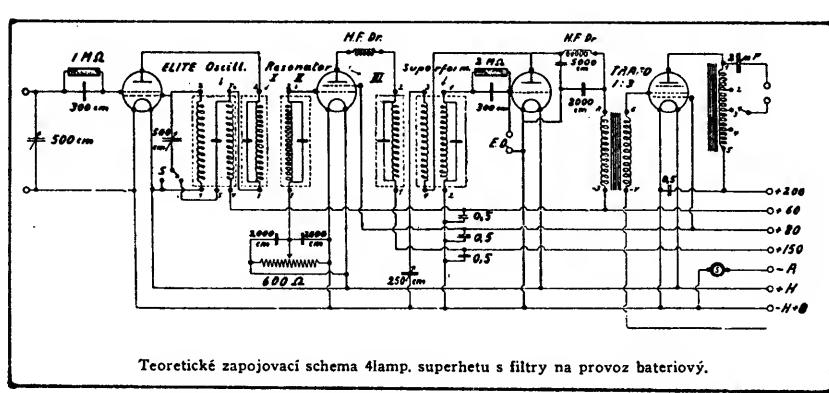
Střední cenovou i jakostní třídu v radioamatérské tvorbě druhé poloviny třicátých let zastupoval batériový přijímač Sonora B-35 (obr. 18). Byl to přímozesilující tříokruhový přijímač pro střední a dlouhé vlny a přesto, že byl provozně dražší než přístroje síťové (cena baterií byla i tehdy značná), byl velmi oblíbený i jako „stolní“ přijímač. Pásmový laděný filtr ve vstupním obvodu zajistoval dokonalou selektivitu. Přijímač patřil ke špičkovým amatérským výrobkům té doby s určením hlavně do míst bez síťového rozvodu. Řízení hlasitosti bylo řešeno neoběžným zapojením regulací úrovně signálu z antény potenciometrem Reg – viz schema na obr. 18. Výkonový stupeň byl již zapojen jako dvojčinný s dvojitou koncovou triodou.

vých superheterodynů (obr. 19). Včas zjistili, že jedině několikastupňový selektivně laděný zesilovač s pevně nastavenými pásmovými filtry může zajistit dobré potlačení rušivých signálů a přenést ve vyhovující kvalitě signál i slabší vyladěné stanice. To, že superhet přenáší jen omezené pásmo kmitočtů do 4,5 kHz se očelelo s tím, že jde o menší necistnost přijímače než je vzájemné rušení přijímaných stanic.

Kolem poloviny třicátých let se také v Evropě a tím postupně i u nás začínají superheterodyny na trhu stále více prosazovat. Základní problém s nastavením souběhu, tedy kompenzace posuvu ladění oscilátorového kmitočtu o mezikmitočet oproti kmitočtu přijímanému, se brzy vyřešil. Nejprve použitím dvojitého ladícího kondenzátoru a pevného, v sérii s vinutím oscilátoru zapojeného tzv. paddingového kondenzátoru, později rozdílným tvarováním desek statoru a rotoru obou sekci diálu. Obsluha přijímače se tak stala snadnou i pro úplné laiky, zůstala jen otázka přesného sladění pásmových propustí. To však již byla záležitost jen výrobce a jeho přístrojového vybavení. Kteří si pospíšili, konkurenční boj vyhráli. Superheterodyn se koncem třicátých let stal, i když zatím luxusním, ale přece jen vítězným zařízením přijímače.

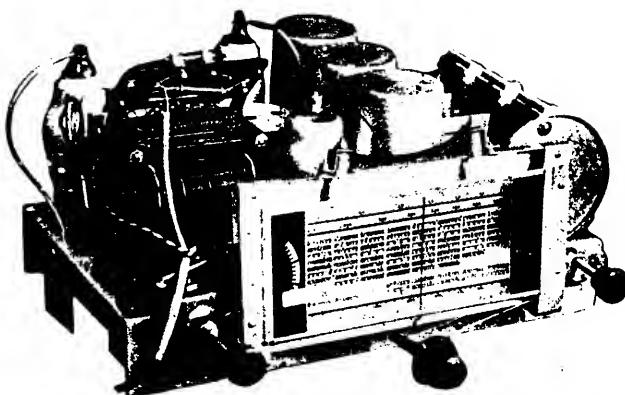
Obvodové řešení příjmu amplitudově modulovaných signálů tak dosáhlo svého vrcholu. Špičkové superhety měly z funkčního hlediska veškerý komfort, téměř takový, jaký známe i u jejich současného provedení. Kromě víceobvodového ladění, velké citlivosti (na kus drátu množství stanic), selektivity a solidního hudebního výkonu, můžeme u nejdražších provedení: vidět indikátor vyladění (ručkové měřidlo, magické oko aj.), zapojit tiché ladění, či vyzkoušet předvolbu stanic. Ta byla mechanická, pákovým převodem se přestavoval rotor ladícího kondenzátoru. Regulovatelná tónová clona a přepínač vlnových rozsahů od 15 do 2000 metrů byl samozřejmostí. Pouze velká spotřeba proudu (pohybující se u některých výrobků až nad 100 W příkonu) byla nevýhodná a spolu s vysokou cenou přijímače a s koncesními poplatky citelně prodražovala poslech.

Vrcholem amatérské konstrukce superheterodynu to doby byl i návod na stavbu superhetu Havaj, uveřejněný v jarním čísle (1935) časopisu Radio-Laborator. Trojity ladící kondenzátor, ručkový ukazatel vyladění, velká citlivost, komplikované zapojení (obr. 20) ukazují na technickou vyspělost našich tehdejších majetnějších radioamatérů.

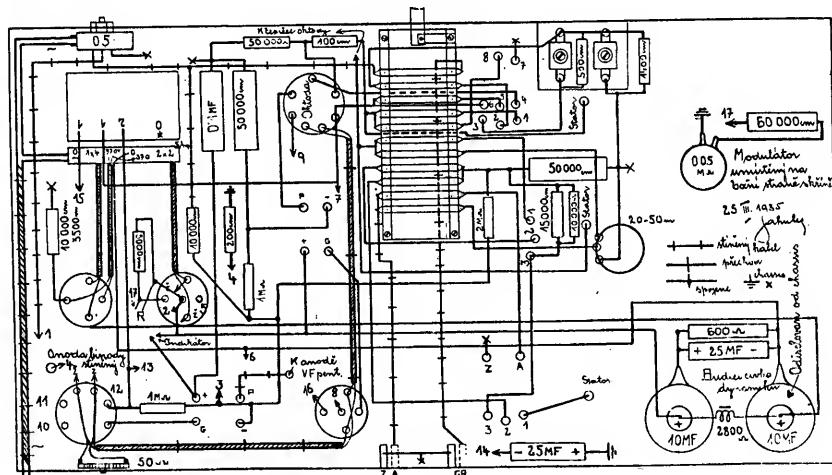
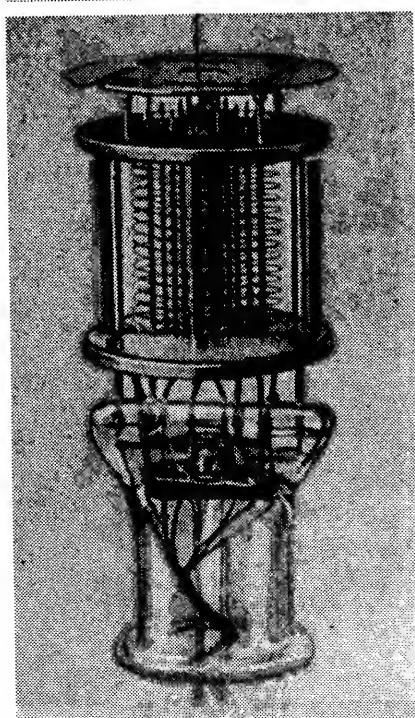
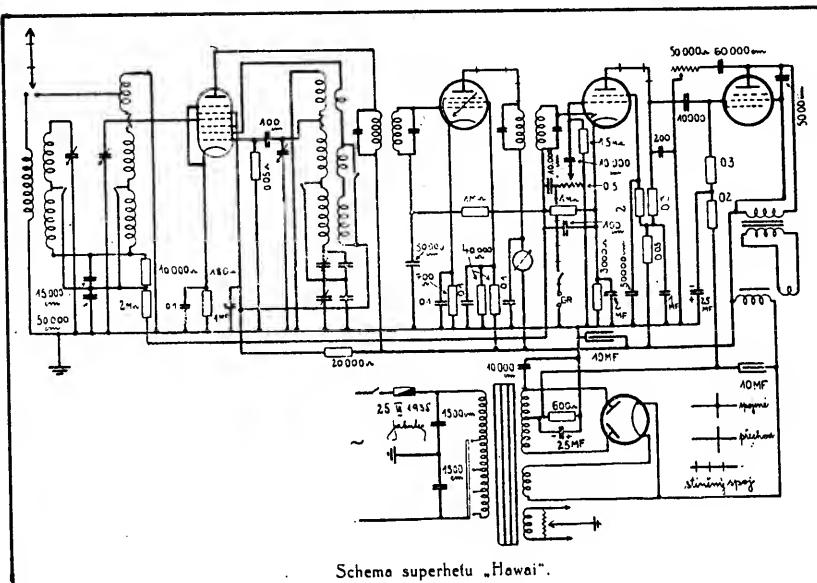
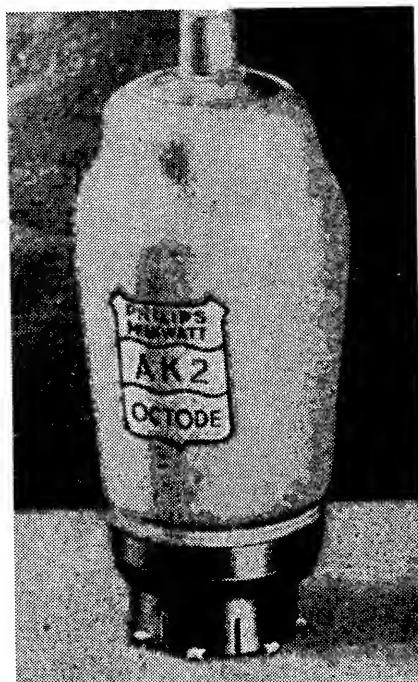
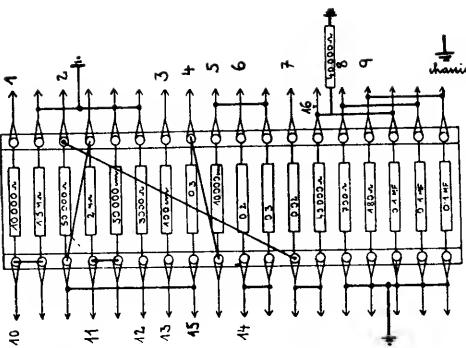


Teoretické zapojovací schema 4lamp. superhetu s filtry na provoz bateriový.

Obr. 19. Teoretické zapojení amerického superhetu z r. 1924



Obr. 20. Amatérský luxusní superhet Hawai (cena součástek v r. 1935 přesahovala částku 2000 Kč); schéma, montážní plánek, deska rezistorů (předchůdce desky s plošnými spoji); vstupní oktoda a její vnitřní uspořádání

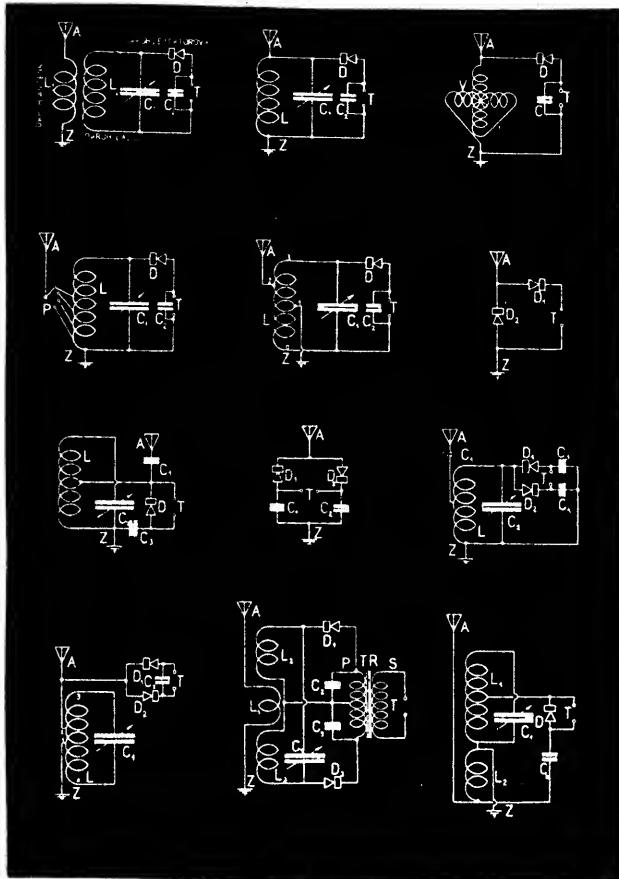


### První polovodičová dioda

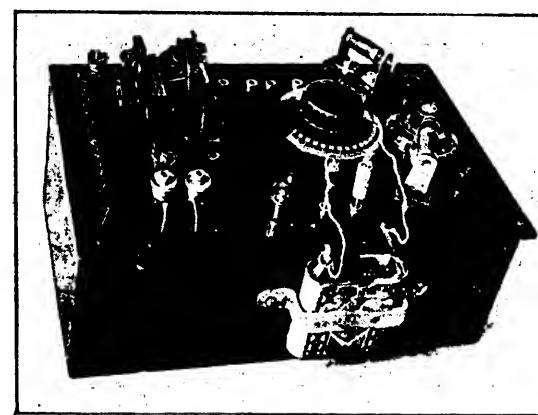
Chudší posluchači rozhlasu a radioamatéři se však stále rádi vraceli (i o mnoho let později) k jednodušej zapojeným přijímačům. Dokonce i stavba krystalek (obr. 21) a jejich prodej znovu mírně ožila v polovině třicátých let, kdy se na trhu objevil první polovodičový prvek – vf dioda. Dávno předtím už sice byly známy usměrňovací účinky oxidu mědi, selenu, „karborunda“ (křemík) a některých dalších prvků, ale pro velkou kapacitu přechodu, přes kterou vf energie procházela beze ztrát oběma směry, byly tyto polovodiče k detekci nepoužitelné. Na začátku třicátých let se však podařilo problém vyřešit a na světě byla první pevná polovodičová vf dioda – detektor s názvem

Westektor – výrobek firmy Westinghouse. Cena diody však byla značná, proto se příliš neujala, i když byla dána do prodeje v jedno i dvojcestém provedení. Koncem první poloviny třicátých let však již přichází i na nás trh upravená a relativně levná (33 Kč) vf dioda o délce 33 mm a průměru 5 mm, pod označením Fadet (později Sirutor, sestavený z pěti selenových destiček o průměru 1 mm a přítlacné pružinky). V propustném směru měla dioda odpor kolem  $4\text{ k}\Omega$ , v závěrném přes  $1,5\text{ M}\Omega$ , kapacitu asi  $30\text{ pF}$ . U krystalek podstatně zjednodušila obsluhu, u superhetů se ji začalo používat kromě detekce i k získání napětí pro automatické řízení citlivosti (AVC) vstupních obvodů.

Důvodem k přetrvávání některých výrobců u jednoduchých přijímačů byla kromě

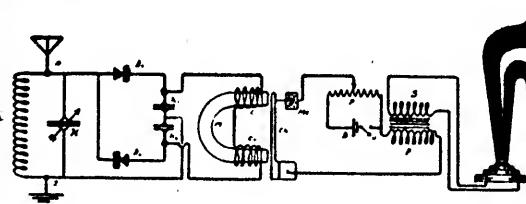


Obr. 21. Různé složitá zapojení „krystalek“, které v prvních i pozdějších letech rozhlasu vznikaly s nastavitelnými detektory a později i polovodičovými diodami



Radioklub v Karlíně měl první přednášku na toto téma s předvedením přístrojů ku dosažení silného a čistého příjmu.

Přednášející předvedl 3 druhy přístrojů: 1. Přijímače s plným využitím detekce a s pokud možno bezdrátovou konstrukcí přístroje (v tomto případě detektoru). 2. Mikrofonní zesilovače. 3. Kombinace obou typů.



Obr. 22. Sestava a zapojení elektromechanického zesilovače nízkofrekvenčního signálu

► levné pořizovací ceny i menší spotřeba drahého proudu. Uvážíme-li, že jen žhavení tří „lamp“ se pohybovalo mezi 5 až 15 wattů a celková anodová ztráta včetně usměrňovače reprezentovala až i několik desítek wattů, nebyl několikahodinový denní provoz při ceně 4 Kč za 1 kWh ve třicátých letech právě levnou zábavou. U přijímačů na baterie to bylo ještě mnohem horší. Proto se pro žhavení elektronek používal téměř výlučně akumulátor. Anodová baterie (anodka), aby vydržela nějaký čas provozu, byla rozumná, sestavená z článků používaných pro ploché baterie. Elektronkové zesilovače tak byly drahé nejen cenou, ale i provozem. Někteří radioamatéři se proto snažili získat výkonnější signál jednoduššími a méně ztrátovými cestami. Poslech na sluchátka, který připouštěl posluchače k místu u přijímače, nebyl tím vyhovujícím řešením.

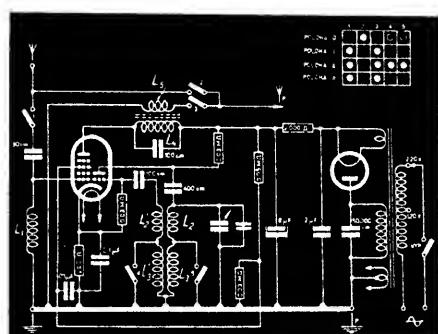
### Neběžné konstrukce

Jedna z pozoruhodných konstrukcí, která se v polovině třicátých let objevila, byl i „staro-nově“ zapojený elektromechanický zesilovač. Před vynálezem triody se jej někdy používalo k zesílení příjmu radiotelegrafie. Základem zesilovače bylo pevné propojení sluchátka a uhlíkového mikrofonu, kde membrána sluchátka byla zároveň i membránou mikrofonu. Ten byl zapojen v sérii buď s dalším sluchátkem, nebo obdobnou kombinací, případně „vysokoohmovým amplionem“ a napájecí baterií (obr. 22). Zkreslení při dvojstupňovém „zesílení“ však bylo nemalé, proto se zesilovač i přes svůj bezztrátový a hlasitý provoz neujal. Pro radost

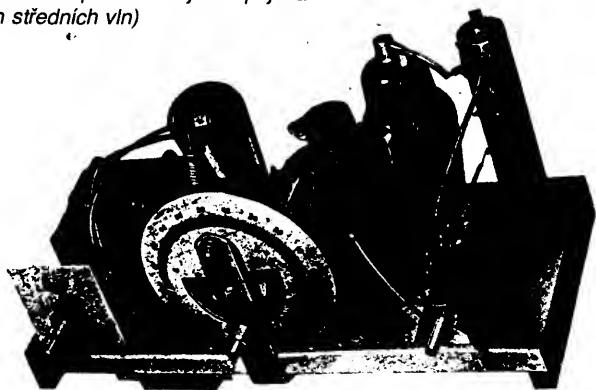
s úspěchu a možnosti přednést širšímu okruhu zvědavců poslech rozhlasu i v městech, kde ještě nebyl jediný hlasitě hrající „radioaparát“, to však v té době postačovalo. Některé zájemce to i „chytilo“ a radiotechnikou se začali více zabývat.

Rozrůstající se obec radioamatérů-vysílačů, nesmiřitelně rozdělených (a dodnes se vzájemně hašteřících) do spolků KVAČ a SKEČ, vyžadovala pro své začínající – posluchače na amatérských pásmech (ale nejen těch) – přijímače s rozsahem krátkých vln. Těch však nebylo mnoho, proto se ve druhé polovině třicátých let objevují různé návody na krátkovlnný konvertory (obr. 23), které umožňovaly příjem v těchto pásmech

i s přímozesilujícími středovlnnými přijímači. Velkovýrobci, vědomi si této potřeby, se však rychle přizpůsobili a do radiopřijímačů rozsah krátkých vln začali zapovádat. Konvertory proto byly jen přechodnou záležitostí.

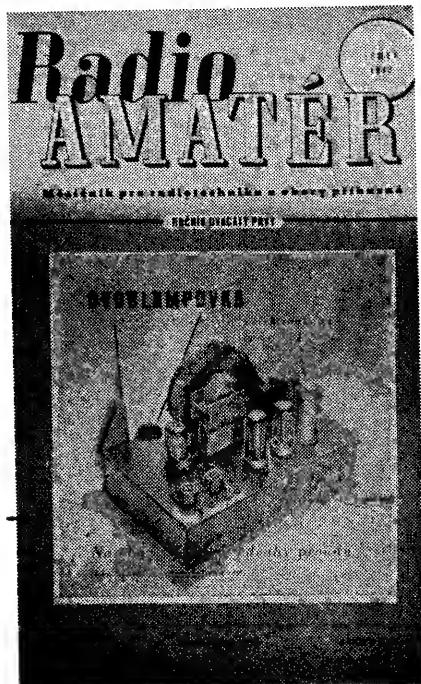


Obr. 23. Krátkovlnný konvertor s výstupem na anténní zdířku přímozesilujícího přijímače (rozsah středních vln)



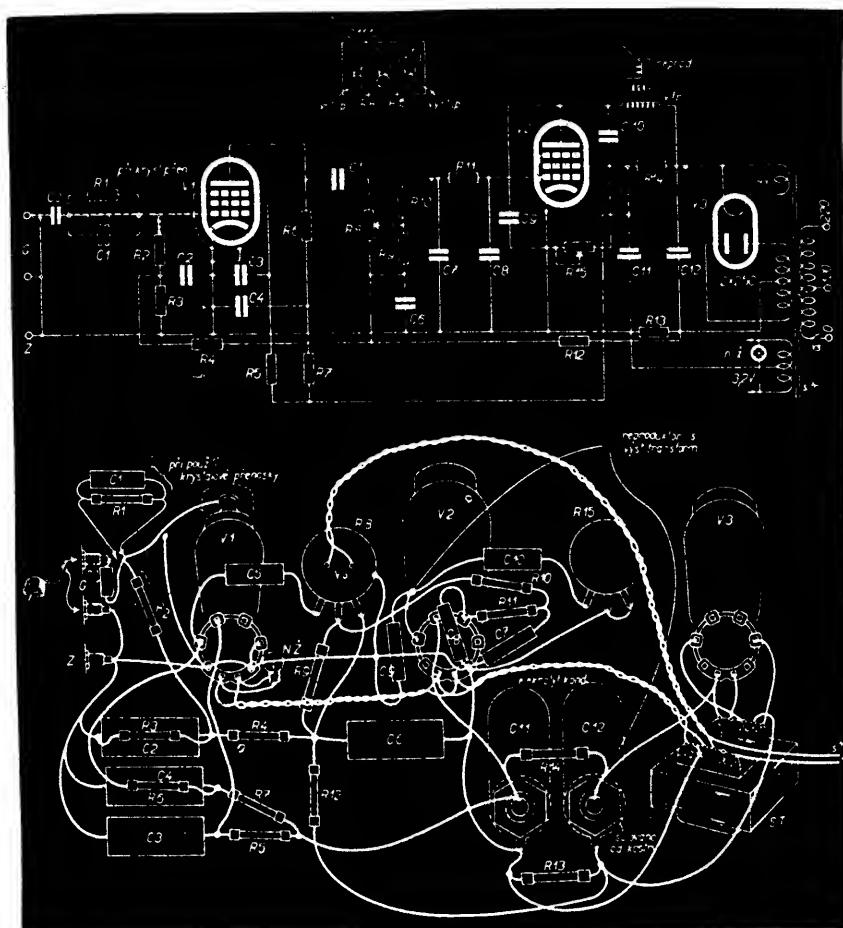
## Čtyřicátá léta

Koncem třicátých a začátkem čtyřicátých let začínají mít evropští výrobci radiotechnický jiné starosti. Pod válečným tlakem německého pangermanství mění průmyslový vývoj i výroba v některých zemích svoji orientaci na speciální (armádní) produkci. Zaměřují se na výrobu rádiových pojítek pro různé druhy spojení ve vojenském použití a také na přístrojovou elektroniku. Protože je v průběhu války zakázaný pod hrozbou trestu smrti příjem zahraničního vysílání v české řeči, zaměřují se zbylí výrobci radiopřijímačů i radioamatérů více než na citlivost na vylepšování nízkofrekvenčních a koncových stupňů, aby se zvětšila i dynamika přednesu. V časopisu Radio-Amatér (od poloviny roku 1943 Radio – Technik) z té doby se objevují kromě přijímačů (obr. 24) různě zapojené



Obr. 24. Část titulní stránky časopisu

zesilovače s korekciemi (obr. 25) a oblíbené dvojčinně zapojené (push-pull) koncové stupně s výstupními výkony až i několik desítek wattů. V oblibě také zůstávají i přijímače s malou spotřebou proudu a úsporné přijímače bateriové s novými elektronkami řady D se zmenšeným žhavicím proudem, i různá provedení krystalek. Někteří radioamatérů riskují i potají instalují do svých přijímačů cívky pro rozsahy krátkých vln, které předtím „radiotechnické služby“ na základě říšského nařízení, z přijímačů „vyštípaly“. Z londýnské BBC byl také vysílán návod pro majitele přímozesilujících (a některých dalších) přijímačů, jak u nich dosáhnout pomocí cívky s asi 10 závity měděného drátu, připojené mezi anténní a zemní zdírku, příjem na krátkých vlnách (cívkám se říkalo čerčilky – Churchill). Aby však byl u takto upraveného přijímače možný příjem zahraničního vysílání, bylo nutno připojit dobrou mnohametrovou anténu. Přitom však na každém rozhlasovém přijímači musela být na viditelném místě zavěšena úřední cedulka, upozorňující na zákaz poslechu zahraničního vysílání pod hrozbou trestu smrti. Dlouhá anténa proto musela být vhodně ukrytá, aby neupo-



Obr. 25. Zešilovač pro gramofon – schema a montážní plánek („drátovačka“)

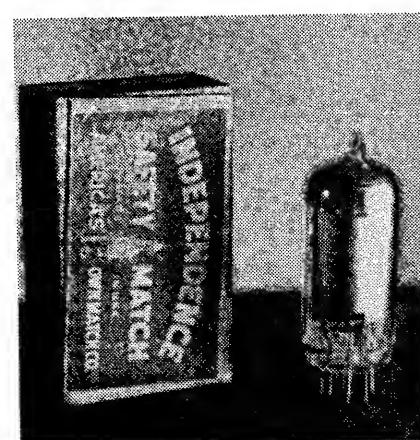
zorňovala, že její majitel přijímá více než jen povolené protektorátní či říšské vysílání.

Neslavný konec velkoněmecké říše zanechal radioamatérům bohatou řeč kořistního materiálu. Ještě koncem čtyřicátých let bylo možno vidět u některých našich měst haldy vojenské techniky, hlavně trosek letadel, kde se dalo najít množství radiopřístrojů a další elektroniky, dnes tak vyhledávané a dobře placené německými sběrateli. Návody na stavbu přijímačů z inkurantních (Wehrmacht) elektronek (typ RV aj.) bylo možné nalézt v Amatérském radiu ještě koncem padesátých let.

Po válce u nás postupně docházelo k řadě změn i v radiotechnickém průmyslu. Bývalé německé podniky, či podniky s německou účastí přešly pod národní správu, později se celá radiotechnická výroba postupně monopolizuje v rámci, tehdy národního podniku TESLA. Podniky pod správou státu ještě nějaký čas pokračovaly ve výrobě přijímačů, které byly na tehdejší evropské úrovni. Tak např. bývalý výrobce Philips – TESLA Praha Hloubětín – „dojízděl“ výrobu superhetu Phileta, Šariš a dalších, firma Tungsram – TESLA Bratislava – zase superhetu T444, T466 (šlo o přijímače s elektronkami řady U21). Bohužel, tyto přijímače byly sestavovány i ze součástek, které se u nás budě nevyroběly vůbec, nebo s použitím zahraničních komponentů.

Následnou monopolizací podnikem TESLA však výroba těchto přijímačů postupně zanikala. TESLA Hloubětín se zaměřila na výrobu vysílačů. TESLA Bratislava přišla v r.

1948 s výrobkem, jak se tehdy prohlašovalo, z ryze našich součástek, přímozesilujícím zpětnovazebním dvoulampovým přijímačem T713. Byl to bohužel značný skok zpět, který se již nikdy našemu průmyslu nepodařilo překonout. Pouze TESLA Kolín ještě v téže době zahájila výrobu velmi oblíbeného, a v mnoha variantách a řadu let v Čechách vyráběného superhetu Talisman. Ale i jeho výroba nakonec byla předána rodíčimu se podniku TESLA v Nižné na Orave, který se později stal největším československým výrobcem televizorů. Počátkem padesátých let se začíná i bratislavská výroba přijímačů plněji modernizovat návratem

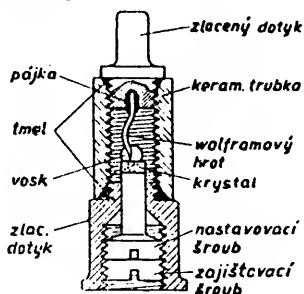


Obr. 26. Jedna z prvních amerických „bezpaticových“ elektronek, které se v padesátých a dalších dvou desítkách let staly v celém světě nejpoužívanějšími

## Krystalový detektor znova žije

Krystalový detektor byl do nedávna považován za součást patřící jednou provádějící do současnosti koherenci v technickém muzeu. Při intensivním výzkumu vln během války začali však angličtí i američtí technici hledat dokonalý detektor pro tyto velmi vysoké frekvence. Ani nejlepší speciální diody neustále neustále totiž pod 10 cm a klystron má příliš velký šumový odpor — a tak přišel zase ke cti „krystal“. Pracuje spolehlivě až do 30 000 Mc/s, ( $\lambda = 1$  cm), nepotřebuje pomocných zdrojů, má velmi malý šum a malou vnitřní kapacitu (0,5 až

1N21B



3 pF). Jeho zevnějšek prodělal ovšem pronikavé změny. Dnes se podobá čtvrtwattovému odporu. Jako usměrňující krystalické látky se používá buď siliconu (karborundum?) nebo germania s přídavkem spec. sensibilizátorů, jako dotyku krátkého tvrdého drátku wolframového. Celkem je uložen v keramické trubici. Při montáži se nastaví šroubem jednou provádějící citlivé místo a optimální tlak hrotu. Díky dokonalé konstrukci je detektor zcela stabilní, vzdorný proti chvění, otřesům a nárazům, i proti změnám teploty (−40 až +70 stupňů C).

Obr. 27. Americká hrotová polovodičová detekční dioda pro velmi vysoké kmitočty z první poloviny čtyřicátých let

k superhetéru s univerzálními elektronikami řady U21 (bez transformátoru, přímo na síť) přijímačem Vltava.

Amerika, nepoznamenaná válkou (spíše naopak), výzkumem i výrobou pro vojenské akce posunutá v technice mnohem dál, miniaturizuje a subminiaturnizuje elektroniku (obr. 26) a nezadržitelně se blíží polovodičové revoluci. Tuto skutečnost nepřímo, bez znalosti budoucího vývoje, poohlíží i článek uveřejněný v srpnovém čísle Radioamatéra z roku 1946 s názvem „krystalový detektor znova žije“ (obr. 27). A tak zatím co u nás politicky prověření technici oprášují zpětnovazební „dvojku“, abychom i v radio-technice drželi krok s technickou úrovní našich nových „přátel“, Američané již mají za sebou první pokusy s hrotovými tranzistory a začínají je uplatňovat v nf zesilovačích. Rovněž některé západoevropské výrobci se začínají výzkumem polovodičových prvků intenzivně zabývat.

To však je již historie nového oboru, kdy se radiotechnika mění v mnohem rozsáhlější elektroniku, která, jak dnes vidíme, zasahuje téměř do všech oborů lidské činnosti a jejíž rozmach ještě zdaleka není ukončen.

### Použitá literatura:

Staré ročníky časopisu Radioamatér.

Daneš, J.: Za tajemstvím éteru. Praha, NADAS 1985.

## Termosférický vliv na chování ionosféry

Na XXIII. výročí shromáždění Mezinárodní unie pro vědeckou radiotechniku (U.R.S.I.), které se konalo v září 1990 v Praze, přednesl Henry Rishbeth, profesor fyziky na univerzitě v Southamptonu, přednášku o způsobech, jak termosférické parametry ovlivňují chování ionosféry, zvláště vrstvy F, s odhadem časových činitelů. Probral také otázku, zda tyto vlivy by bylo možno použít pro předpovědi výskytu vrstvy E<sub>s</sub>. Profesor Rishbeth je předsedou ionosférické komise U.R.S.I.

Literatura o působení termosféry na chování ionosféry:

Rishbeth, H.: F-region storms and thermospheric circulation.

Ve sborníku: Electromagnetic Coupling in the polar clefts and caps. Vydavatelé P.E. Sandholz a A. Egeland, Kluwer Academic Publishers 1989, s. 393 až 406.

popisného hlediska se definuje asi tucet druhů E<sub>s</sub>, odlišených svými projevy v ionogramech. Avšak jsou snad jen tři základní druhy z fyzikálního hlediska:

a) Vrstvy E<sub>s</sub> ve středních zeměpisných šířkách, někdy značně hustší než normální vrstva E, či dokonce vrstva F<sub>2</sub>, o nichž se soudí, že jsou způsobeny „nůžkovitými“ nárazy větrů (malými gradienty rychlosti větrů). Tento větr spolu s geomagnetickým polem působí tak, že stlačuje kovové ionty s velkou životností do tenkých vrstev, obvykle asi 1 km tlustých a na rozloze několika set kilometrů čtverečních.

b) V „elektrotrysku“, který se tvoří ve dne kolem rovníku magnetické inklinace, se vytvářejí nestability plazmatu, způsobující „rovníkovou“ E<sub>s</sub>.

c) V oválu polární záře jsou vrstvy E<sub>s</sub> způsobeny nárazy elektronů s velkou energií (keV), zvláště v obdobích polárních podbouří.

Literatura:

Hall, M.P.M.; Barclay, Z.W.: Radiowave propagation, Londýn 1989, s. 91

OK1WI

## Vícenásobná pojistka

Na trhu elektroniky se objevila nová zajímavá součástka s názvem „multifuse“ firmy BOURNS – vícenásobná pojistka, která vyplňá jištěný obvod při překročení požadovaného proudu podle typu od 0,2 do 8 A a pro napětí 30 ev. 60 V a speciální typy i pro menší nebo i vysoká napětí až do 250 V. Po vypnutí se do původního (vodivého) stavu vraci asi do 20 s. Typický průchůzí odpor, způsobující výkonovou ztrátu na tomto pravu, je např. pro 0,5 A: 0,75 Ω, pro 5 A: 0,01 Ω. Ve Vídni je sezenete včetně aplikacích listů na Blindengasse 36.

QX

## Firma ELEKTROSONIC nabízí

### radioamatérům

### Stavební návod

### BAREVNÁ HUDBA S DIGITÁLNÍM PROVOZEM

za 49,- Kčs

Ke stavebnímu návodu lze přiobjednat plošný spoj, skříňku, příp. kompletní stavebnici. Jde o zapojení s velkou vstupní citlivostí řízené libovolným zdrojem nf-signálu nebo vnitřním sekundovým impulsem. Zapojení nezatěžuje zdroj signálu ani jej neruší. Tento stavební návod (II. vydání 1992) zahrnuje veškeré výkresy, rady a doporučení, jak s úspěchem stavbu realizovat. Je vhodný i pro začínající radioamatéry. Tisk je barevný.

ELEKTROSONIC, Železničářská 59, PLZEŇ-Doubravka  
Telefon: 019/669 69

## OPRAVUJI

### REPRODUKTORY

### všech výrobců

Vadné cívky  
- guma. Poštou,  
dobírkou. M. Led-  
vinka, Na vysočině  
664, 104 00 Praha  
10 - Uhříněves.

### MECHANICKÉ DÍLY PRO ELEKTRONIKU

> Přístrojové skřínky <

základní řada v nejzádanějších velikostech

základní řada s úpravou dle požadavku odběratele

základní řada dle zadání odběratele

> Stínící kryty pro VF techniku <

> Mechanické konstrukční prvky <

subpanely, distanční sloupek, úhelníky atd.

VYRÁBÍ A DODÁVÁ

AH TECHNIK, v.d., Chříčská 523, 182 00 Praha 8

tel/záznam: (02) 86 06 62, tel/fax: (02) 84 75 09